This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

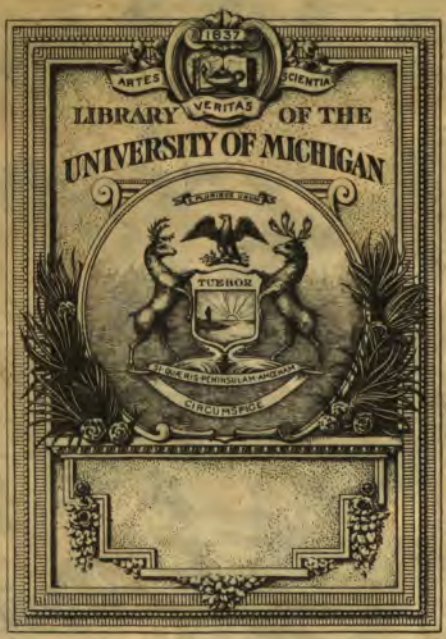
+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SIRCUMSPICE

QB
42
.C131
1799

NOTIZIE

ASTRONOMICHE

ADATTATE

ALL' USO COMUNE

DA

ANTONIO CAGNOLI, 1743-1816

TOMO II.

IN MODENA
PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA
1802.

Library copy
Perella
5-22-24
9949

AL LETTORE.

Questo II Tomo comparisce a luce tre anni dopo il I, e comprende non solo i Capitoli astronomici, già conosciuti ne' cinque Almanacchi che uscirono da 1797 a 1801, ma inoltre li due Capitoli che doveano far parte dell' Almanacco per l' anno corrente; il quale Almanacco non è stato prodotto per mancanza di tempo, e di sufficiente spaccio dell' ultimo antecedente. Con questo Volume si dà compimento a quanto poteva d' astronomico dirsi relativamente alla nostra Terra; concesse le cose, che de' pianeti e del Sole a contemplazione di essa doveano frammettersi; ed eccettuate quelle, le quali rimangon da esporre circa gli effetti ch' Ella risente dalle attrazioni degli altri corpi celesti: la qual materia sarà trattata in comune riguar-

do a lei ed agli altri pianeti. Se il presente Volume sarà ben accolto dal Pubblico, siccome fu il primo, m' affretterò a compilare e dar fuori li susseguenti. Penso che a scorrere tutte le parti della vasta e divina scienza, che qui si tenta far piana al comune intendimento, due almeno Volumi, e forse tre saranno ancor necessarj.

Per non lasciare imperfetta la collezione degli Almanacchi, e per non costringere i possessori di quelli a comprar questo Tomo intero onde avere i due ultimi Capitoli, farò stampare di questi un qualche numero a parte. Chi vorrà prevalersi di tale risparmio, potrà ricorrere ai venditori degli Almanacchi antecedenti.

NOTIZIE ASTRONOMICHE

ADATTATE ALL' USO COMUNE.

CAPITOLO XV.

DELL' ANNO PLANETARIO.

300. Mirando qualche pianeta in diverse notti, uom sì stupido non v' avrà il qual non venga al conoscimento, esser dotato ognun d' essi di moto particolare, da occidente verso oriente, e con varia celerità. Basta osservare le stelle che giacciono ne' contorni del pianeta, e balzerà ben presto agli occhi, com' ei s' accosta continuamente a quelle che stanno da parte sinistra, e s' allontana dall' altre che tengono il destro lato. Accade in vero talvolta vederlo andare per direzione opposta, cioè da levante verso ponente: però questo moto, che allora si chiama *retrogrado*, non è già tale in fatto, ma solo in apparenza per causa di certe combinazioni che spie-

gheremo opportunamente. Quantunque sì fatta illusione non nasca spessissimo, pur si doveva da noi accennare, acciocchè non movesse esitanza ne' risguardanti, qualor s' abbattessero in tal congiuntura. La verità è, ch' ogni pianeta va sempre e poi sempre seguendo la sua carriera *diretta*, nè mai ritrocede. Secondo questa poi corre in giro d' intorno al Sole: terminata una girazione, succede un' altra, senza un momento di pausa in verun sito; e così procede il fatto perpetuamente. Ora il tempo che un pianeta spende a compier l' intero circuito, costituisce la lunghezza dell' anno pegli abitanti di quel pianeta, se ve ne sono: lunghezza molto diversa da uno ad altro pianeta. Nostro scopo è per tanto in questo Capitolo investigare e definire, qual sia la tirata dell' anno d' ognun de' pianeti; cioè quanto tempo ciascuno impieghi a far il suo giro compiuto d' intorno al Sole: quantità di tempo, a cui soglion dare gli astronomi il nome di *rivoluzione* o rivolgimento, ed altri di *conversione*, o *restituzione*.

301. Che il Sole sia quello, attorno al quale s' effettui veramente il

moto d' ogni pianeta, questa ipotesi forma parte del sistema di Copernico. Dimostreremo a suo luogo, che ogn' altra delle finor poste a campo, nè s' accorda co' fenomeni, nè può sostenersi più avanti oggidì. Intanto i metodi, di cui ci varremo per indagare l' anno planetario, faranno palese ad un tratto la gagliardia dell' ipotesi Copernicana.

302. Come si fa ad osservare un pianeta? *Osservare un pianeta* significa, definire il suo sito nel cielo al momento dell' osservazione. A saper dove *sia un* corpo, il qual si move continuamente, è mestieri paragonarlo a qualch' altro che non si mova, e del qual sia ben nota la sede. Si elegge per tanto in fra le stelle di posizion conosciuta, delle quali ce ne ha più migliaja, mercè le immense fatiche degli astronomi, quella che sia più vicina al pianeta. E poichè s' è veduto (281), che in virtù della rotazion della Terra tutti gli astri fan vista di circolarle intorno, perciò l' astronomo prevalendosi di questo lor moto apparente, nota il preciso tempo che scorre fra il transito della stella ed il transito del pianeta da un filo, il quale

attraversa dall' alto al basso il campo del cannocchiale; ed in oltre misura con esquisiti ordigni quel pezzo di filo pigliato in mezzo dai due astri, acciò sappia di quanto l' un più alto dell' altro ne tragittò. Con queste due cognizioni, differenza di tempo, e differenza di altezza nel loro passaggio, inferisce per via di calcolo sicurissimo, quanto si dilunghi, e per qual verso, il pianeta dalla stella: per lo che essendo dato il luogo di questa nel cielo, è chiaro dover risaltarne anche il sito dov' era il pianeta al momento dell' osservazione.

303. Sol fa d' uopo avvertire, non pretendersi qui tenere immaginabile sentore della distanza effettiva del pianeta dalla Terra, nè dalla stella, ma per *sito* intendersi unicamente un punto qualunque nella profondità de' cieli, il qual sia nella linea tirata dall' occhio nostro pel centro del pianeta. Il cacciatore, che imbercia l' uccello per aria, non ha bisogno di sapere, per coglierlo, quante pertiche sia lontano; basta ch' ei mandi la palla per quella linea, che va dall' occhio all' uccello. Or se lo colpisce, potrà in certo senso dir che sapeva il sito del cielo nel

qual si trovava l'augello. Non altrimente è determinato il luogo di qualsivoglia stella: anzi questa è l'unica notizia, per così dire, che possediamo circa le stelle; giacchè le distanze de' pianeti dalla Terra si definiscono molto bene con altri mezzi, che quanto prima dichiareremo; ma le lontananze delle stelle, così dai pianeti, come da noi, son del tutto ignote, nè si potranno probabilmente apparar giammai. Ciò nondimeno con ogni poco di scienza in mano l' astronomo fa prodigi; e però s' accontenta sapere, *con qual* direzione debbe aggiustar la mira per incontrar quella stella o quell' altra: ed ha ciò tanto bene su per le dita, che vi sa dire avanti, in qual' ora, in qual minuto, ed in qual secondo una data stella trapasserà dietro al filo del suo telescopio. E questo si chiama sapere il preciso luogo delle stelle nel cielo, quantunque non s' abbia contezza della distanza loro da noi.

304. Veduto qual modo si tenga per osservare un pianeta, e ciò che s' intenda per lo suo luogo nel cielo, procederemo dicendo, che per venire in notizia di quanto sia lunga

l'annata sua, gli astronomi aspettano d'osservarlo quando capita nella dirittura di un muro che andasse dalla Terra al Sole. Allora ognun vede, che mirandolo dalla Terra è tutt'uno, come se il riguardante se ne stesse nel Sole, poichè la linea, che va dalla Terra al pianeta, è nel medesimo piano di quella che dal Sole trae al pianeta: e la direzione di questa linea per l'immenso de' cieli è la sola cosa, che trattasi stabilire, acciocchè sia noto il luogo del pianeta. Di necessità poi l'astronomo deve porsi nel Sole, se vuol sapere con esattezza quanto tempo il pianeta spende a compiere un giro d'intorno a quell'astro, o vero a tornare alla stessa mental muraglia, da cui partì quando fu fatta la prima osservazione. Stando l'astronomo sulla Terra, val a dire facendo le sue osservazioni fuor dell'indicata congiuntura, le apparenze del moto variano stranamente, nè si può di gran lunga cavarne ugual costrutto. Imperocchè il pianeta or ci si accosta molto, ora molto da noi si scosta; e nelle vicinanze il suo corso ci pare più rapido assai, che nelle lontananze. All'incontro movendo il pianeta quasi cir-

colarmente d' intorno al Sole, le distanze tra di essi non varieggiano tanto: e cotal moto, poco men che uniforme in riguardo al Sole, si può da chi stia quivi su, considerare, seguire, e valutare con ogni puntualità. Hanno dunque gli astronomi trovato il segreto di trasportarsi nel gran luminare, in quel modo che ho divisato.

305. Il pianeta, quand' è nella dirittura col Sole e con la Terra ad un tratto, dicesi essere nella *opposizione*, se la Terra si trovi frammezzo i due astri; qual verbigrazia sarebbe il caso *del plenilunio*: ed essere nella *congiunzione*, se il luogo di mezzo sia occupato dal pianeta; siccome addiviene nel novilunio: od anche se l' occupi il Sole, qualmente succede ai pianeti primarj. Nell' ultimo caso la congiunzione si appella *superiore*, nel precedente *inferiore*: dall' essere il pianeta di sopra o sia di là, di sotto o sia di qua del Sole.

306. Molte volte furon veduti Mercurio e Venere nella congiunzione inferiore, giammai nell' opposizione. Or se girassero intorno alla Terra, conforme voleva il Tolommeo, per qual ragion passerebbero sempre tra il Sole

ed il globo nostro, e non mai dietro le spalle, direm così, della Terra? Tanto è sicuro il transito di Mercurio e di Venere fra quella ed il Sole, che son già stati parecchie volte, dopo l'invenzione de' cannocchiali, osservati patentemente questi pianeti eclissare nel loro tragitto una striscia del disco solare. Che se dopo aver misurato in simili incontri il lor diametro, l'astronomo li rivegga a capo di certo tempo nelle adiacenze del Sole, ma impiccoliti in maniera, che per le regole di proporzione, insegnate già (232), debban esser lontani da noi più del Sole; e se tali disparate grandezze succedano l'una all'altra alternatamente e con periodi uniformi: se Venere, per esempio, venga veduta passare con larga corporatura dinanzi al disco del Sole, poi seguitar suo cammino a banda destra per dieci mesi, scemando via via di grandezza continovamente, e perciò slontanandosi sempre da noi, fin a tanto che arriva a nuovo congiugnimento, ma fatta in questo sì magra, e piccina, che forse non pare la quarantesima parte di quella mole, di cui fece mostra nel primo; quindi travalicata a sinistra del Sole, venga appres-

andosi a noi e raggrandendosi progressivamente infin che ritorni alla congiunzione inferiore e alla pristina corpulenza: qual uom vi sarà, ch' abbia pur fior di senno, il qual possa tener tuttavia la girazione di Venere attorno alla Terra, e negare la girazione di Venere attorno al Sole?

307. La verità di quest' ultima girazione è poi messa nella più chiara luce dalle fasi di Venere. Osservansi, con l' ajuto del telescopio, in questo pianeta, gli stessi cangiamenti di lume, che ci offre l' aspetto della luna. Il *novilunio*, *la falce*, il quarto, il gibboso, il plenilunio, tutte in somma le varietà di splendore della faccia lunare, tutte appariscono parimente sul disco di Venere: nè ci corre altro divario, se non che le ultime si consumano in tempo più lungo, vál a dire nel tratto di mesi 19 $\frac{1}{2}$ circa. Ragioneremo *diffusamente* di queste apparenze, allor quando ne verremo sponendo le cause relativamente alla luna. Intanto ci basterà favellar d' una sola fase, cioè di Venere piena.

308. E' cosa evidente, che un corpo rotondo non può essere illuminato altro che per metà, cioè in tut-

to l' emisfero rivolto verso quel corpo, il qual manda il lume, ed il quale suppongo essere un solo. Ognuno intenderà facilmente altresì, che a veder tutto intero l' emisfero illustrato è di necessità, che il riguardante sia in faccia di quello, cioè nella dirittura appresso poco dei due corpi; altrimente se pongasi da lato, vedrà una porzione dell' emisfero lucente, ed un' altra del tenebroso. Di queste verità può ciascun di leggieri capacitarsi con esperienze popolarissime.

309. E' dunque mestieri, perchè ci avvenga osservare Venere piena, ch' essa e la Terra ed il Sole sien tutti tre in una dirittura; non però così puntualmente onde l' uno nasconda l' altro; nè occupando Venere il luogo di mezzo, nel qual caso a noi volge il tergo oscuro. Sono per tanto due sole circostanze, che possono mostrarci Venere piena: o stando essa di là dal Sole, o tenendo la Terra il posto di mezzo. Quest' ultima circostanza non è mai occorsa, perciocchè non fu vista mai Venere spuntar dall' orizzonte quando il Sole tramonta, siccome accade alla luna piena. Egli è dunque innegabile, qualunque volta ci vien vedu-

to di Venere tutto l' emisfero illuminato, il che avvien senza dubbio per serie di molti giorni ad ogni 20 mesi circa, essere allora questo pianeta al di là del Sole. Esso è poi certissimamente tra il Sole e la Terra, quando osserviamo trapassar l' ombra sua sopra il disco solare. Sta dunque mostrato indisputabilmente, che Venere gira d' intorno al Sole, e che la Terra riman di fuori di quella circonferenza che Venere descrive; onde crolla irremediabilmente in questa parte il sistema di Tolommeo. Tal si fu la rettissima *conchiusione*, cui tirò dalle fasi di Venere il gran Galileo, nel famoso discorso che tenne al Doge ed alla Signoria di Venezia sul campanil di S. Marco, ostentando lor, per la prima volta, col cannocchiale testè inventato, la figura di Venere, gibbosa a similitudine della luna verso l' ultimo quarto.

310. Come poi le fasi medesime osservansi anche in Mercurio, così ne derivano le illazioni medesime; e si raddoppia con due pianeti la forza dell' argomento. Bensì convien confessare che Tolommeo, senz' ajuto de' telescopj, nè poteva distinguer le fasi,

nè ben per minuto la solenne disparità di grandezza dalla congiunzion superiore all' inferiore: laonde merita quel perdono, che a nessun patto si puote concedere, nè ai molti che ancora in segreto lo seguono, nè ai pochissimi che s' attentano seguitarlo in palese.

311. Or facendoci a ragionare degli altri pianeti primarj, cioè Marte, Giove, Saturno, *Herschel*, ne' quali s' effettua l' opposizione, ed in questo aspetto ci appajon più grossi che in ciascun altro; ond' è certo che allora toccano il punto di maggior propinquità alla Terra: che diranno i Tolemaici, se quella grossità si vada continuamente struggendo, secondo che movono dalla opposizione perfino alla congiunzione, nè in questa sien mai stati visti passare davanti al disco del Sole? Sarà forzà conchiuder che passin di dietro, o sia più in là; qualmente uscirà manifesto dal computo delle lontananze, e dalla comparazione de' diametri: e quindi nessuno potrà rivocare in dubbio che girino intorno al Sole. Trovasi in vero anche la Terra per entro allo spazio che circoscrivono: ma perchè le distanze di que' pianeti dal Sole varian pochissimo, e quelle dalla

Terra smodatamente, siccome ben presto si toccherà con mano; perciò di leggieri può intendere ogni persona, che il centro del loro moto è dappresso al Sole, e discosto assai dalla Terra; laonde non a questa, ma a quello dovrassi dir che s' aggirino intorno: su di che cesserà finalmente ogni dubitanza, tosto che nel venturo Capitolo troveremo la legge generale di relazione tra il moto d' ogni pianeta e la sua distanza dal Sole; della qual decisiva prova nè pur ombra si puote allegare per rispetto alla Terra.

312. Stabilita bastantemente per ora la girazion de' pianeti d' intorno al Sole, torneremo a batter lo scopo nostro, che è quello d' investigare quanto tempo vi spendano. E' chiaro doversi fare uso d' osservazioni d' opposizione e di congiunzione, se vuolsi avere il luogo del cielo, dove il pianeta sarebbe visto da un astronomo stante nel Sole. Questo luogo si determina, come abbiam dichiarato sopra, in rispetto a qualche stella vicina. Se quando il pianeta compie il suo anno, cioè riede a quel sito e nella stessa vicinità a quella stella, potessimo fare di novo l'osservazion della

congiunzione, o dell'opposizione, l'intento sarebbe ottenuto con maravigliosa facilità ed esattezza. Ma in cento e migliaja di volte, che il pianeta ripasserà per quel luogo, quivi non avverrà forse mai novamente la congiunzione o l' opposizione, quando non fosse dopo una furia di secoli. Imperocchè, o sia la Terra la qual s' aggiri in un anno d' intorno al Sole, conforme piace al Copernico; o sia il Sole che faccia quel giro d' intorno alla Terra, secondo ha tenuto il Tolommeo; bisogna perchè la Terra, il pianeta ed il Sole s' incontrino ad esser due volte per dirittura, ed il pianeta in un sito identico, bisogna, dico, che un numero d' anni o girazioni del pianeta agguagli un altro numero d' anni o sia girazioni della Terra o del Sole. Il che quanto sia stranamente lungo a succedere, intenderà di leggieri ogni mezzano aritmetico, veduto ch' abbia fra poco la tirata degli anni o rivolgimenti planetarj.

313. Potrebbero servire all' uopo anche due quali vogliansi congiunzioni od opposizioni, essendo cioè il pianeta in punti diversi; purchè il moto di lui fosse ugual da per tutto in tempi

eguali: conciosiachè dal tempo che ha messo in andare da un luogo del cielo ad un altro, s' inferirebbe ottimamente, col mezzo della pura regola del tre, quanto tempo gli occorre a percorrere la circonferenza intiera. Ma poichè la velocità de' pianeti è spessissimo differente, da un sito ad altro dell' orbita loro, o sia del sentiero che battono; perciò quel computo di proporzione non regge, anzi induce necessariamente in errori notabili. Qual fu per tanto l' arguzia degli astronomi in tal frangente? Pigliare due congiunzioni od opposizioni, distanti l' una dall' altra più secoli, di maniera che il pianeta in quel mezzo abbia compiuto moltissime volte, e quante più posson essere, il suo giramento, o vero il suo anno. Allora l' errore, che nasce dal computo di proporzion, che s' adopra a ridur l' ultima osservazione allo stesso punto celeste dove fu fatta la prima, va suddiviso su tutti gli anni intermedj del pianeta, e rimane insensibile nel periodo d' un anno solo. Fallar di due braccia, misurandone mille, è assai minor danno (262) che misurandone cento. Pongasi lire 50 il valore delle due braccia. Questa

perdita, ripartita su mille braccia, non è che d' un soldo per braccio: ripartita su cento, divien dieci volte maggiore. Ecco resa palpabile l'importanza d' aver ricorso ad osservazioni, separate dal più lungo possibile tratto di tempo. Ecco resa magnifica la noncuranza dell' utile proprio nell' astronomo zelante, il qual s' affatica sovente in osservazioni, da cui non può trar costrutto per sè. Egli semina unicamente a pro della scienza e de' posteri: e i secoli accumulandosi traggono finalmente a felice maturità quel germe che giacque sì lungamente sepolto ed inoperoso.

314. Con questi mezzi, e con altri ancora che non si posson da tutti intendere, è stata definita la durazione degli anni planetarj con l' ultima finitezza, a tagliar persino in frazioni il minuto secondo. Adunque un osservatore, il qual soggiornasse nel Sole, mirerebbe i pianeti aggirarsegli intorno, e ritornare alla congiunzione con una stella qualunque, ne' seguenti periodi, che portano il nome di *Rivoluzion siderale* de' pianeti; significando appunto quel *siderale* il tempo abbracciato da due successivi congiugnimenti

con una medesima *stella*. Prendo i detti periodi dalla terza edizione dell' Astronomia del *Lalande*, pubblicata nel 1792, poichè l' autore, il libro, e la fresca data fan sopram nodo autorità. I primi cinque si trovano all' art. 1162, l' ultimo si ricava dall' art. 3671.

Anni de' Pianeti, espressi in giorni, ore ecc. terrestri.

	g.	o.			
Mercurio	87	23	15′	43″,	6
Venere	224	16	49	10,	6
Marte	686	23	30	35,	6
Giove	4332	14	27	10,	8
Saturno	10759	1	51	11,	2
Herschel	30688	12			

315. Adunque Mercurio compie il suo giro d' intorno al Sole in giorni 87, ore 23, minuti 15, secondi 43, decimi di secondo 6: allo stesso modo si voglion intendere gli altri numeri. Questi poi troverannosi battere colle quantità da noi enunciate fin da principio (2); cioè per Venere mesi 7 $\frac{1}{2}$, per Marte 22 $\frac{1}{2}$, per Giove anni 12 poco meno, per Saturno 29 $\frac{1}{2}$, e per *Herschel* 84. Rimane in quest' ultimo

qualche incertezza di giorni, per essere stato scoperto pochi anni fa, nè aversi ancora le osservazioni di lui per un giro intero. Avverta finalmente chi volesse convertire i giorni in anni, che deesi fare la divisione per $365\frac{1}{4}$, posto che ogni quart'anno è composto di giorni 366.

CAPITOLO XVI.

DELLE DISTANZE DE' PIANETI DAL SOLE, E DALLA TERRA.

316. QUando s'è trovata la lunghezza dell'anno d'un pianeta, con facilità si perviene a determinare le distanze di lui, così dal Sole, come dalla Terra. Imperocchè osservata ch'io abbia la congiunzione o l'opposizione d'un pianeta, è cosa indubitata che al termine del suo anno ripasserà pel medesimo luogo celeste, nel qual oggi l'ho colto. Aspettando quel termine, osservo di novo il pianeta, il quale a cagione del moto del Sole o della Terra, avvenuto nel tempo intermedio, non può essere allor nella congiunzione (312). Non essendo per tan-

so i tre corpi in una dirittura, se col pensiero si tirano linee dall' uno all' altro, queste appunto saranno le respettive distanze, ch' or voglionsi definire. Una d' esse è già nota; cioè quella che passa dalla Terra al Sole: l' abbiamo determinata nel Cap. X (226). Ella dunque serve di base per operare, nel modo altre volte dichiarato (69), a fin di venire in cognizione delle altre due. L' operazione consiste nel misurare gli angoli alla Terra ed al Sole. L' angolo alla Terra è formato dalle due linee, che vanno *una al Sole*, l' altra al pianeta; e se ne piglia la grandezza col mezzo de' già dinotati (60) strumenti astronomici. L' angolo al Sole è formato dalle due linee, che vanno l' una al pianeta, l' altra alla Terra: per misurarlo bisognerebbe veramente esser nel Sole. Non essendo da noi cotal guado, ecco qualmente gli astronomi lo varcarono coll' ingegno. Suppongasi insiem col Copernico, che in quel mezzo tra le due osservazioni, la Terra sia andata in giro, ed il Sole rimasto immobile. In tal caso, un astronomo che avesse avuto dimora nel Sole, allora veduto avrebbe il pianeta compir l'an-

no suo, quando mirato l'avesse tornare alla stessa configurazione con quelle stelle, cui era da presso nel cominciarlo. Ma perchè questa posizion del pianeta è già nota agli astronomi, che son sulla Terra, in virtù della prima osservazione che fecero, quando il Sole, la Terra, ed il pianeta si sono incontrati in una dirittura; perciò non avran più mestieri balzar nel Sole, per sapere in qual sito sarebbe scorto da loro il pianeta, se tenessero i piedi sul gran luminare. Resta bensì da conoscere, a qual punto del cielo vedrebbero di colà il nostro globo rispondere. Ma cotal punto chiara cosa è dover essere contrapposto precisamente a quello, nel qual dalla Terra mirano il Sole. Eccoli dunque, mercè la cognizione dell' anno planetario, e l' ipotesi del Copernico, perfettamente istrutti circa la direzione delle due linee mentali, che dal maggior luminare tirate al pianeta ed alla terra, costituiscono l' angolo al Sole. Conoscendo gli angoli alla Terra ed al Sole, insieme col lato da essi intercetto, il qual è la distanza dalla Terra al Sole, possono tosto gli astronomi, per via di computi trigonometrici

infallibili, venire in notizia degli altri due lati del triangolo, i quali sono appunto le lontananze, che vogliosi definire, cioè dalla Terra e dal Sole al pianeta. Nè v' ha in tutto ciò altro maggior mistero o difficoltà, di quel che per determinar le distanze terrestri senza misurarle colla pertica, ma misurando soltanto una base e gli angoli su di quella, siccome fu sminuzzato nel Cap. IV.

317. Or è degno da notarsi, che supponendo ferma la Terra secondo il sistema di Tolommeo, manca ogni mezzo per arrivare a conoscere l' angolo al Sole: giacchè allora quest'astro mutando sito continuamente, non è più possibile sapere, fuor della congiunzione, qual sia la direzion della linea che va da lui al pianeta. E di fatti, finchè regnò l' ipotesi Tolemaica, rimasero sempre ignote le distanze de' pianeti, così dal Sole come dalla Terra. Il Fracastoro voleva ch'essi girassero a cerchio d' intorno alla Terra, e quindi fosser mai sempre alla stessa lontananza da noi. Il vedergli or più grandi or più piccoli, argomento dimostrativo contro di lui, non bastò ad espugnare la preoccupazion

del suo spirito. Quant' è mai ostinato l'uom di sistema! Per sostenere il suo falso concetto, ebbe ricorso ad un altro non meno assurdo, adducendo gratuitamente, la differente grandezza non esser che un' illusione, la quale provenga dal rifrangimento de' raggi nel traversar la materia celeste. Finse una densità di materia, di cui non poteva dar prove, ma ch' è smentita dal libero e regolar corso de' pianeti (120). Adottò ciecamente l' opinione falsissima degli antichi, esser dalla rifrazione ingranditi gli oggetti alla nostra vista: noi abbiam dimostrato il contrario (166). Traboccò finalmente in contraddizione con sè medesimo; poichè Marte, a cagion d' esempio, il qual mostrasi esiguo verso la congiunzione, e Venere corpulenta verso la congiunzione inferiore, patirebbero effetti del tutto opposti, quantunque mandino i raggi per le stesse regioni celesti allorchè si trovano in congiunzione tra loro.

218. Ma dirà forse alcuno: i seguaci del Copernico, e del Neuton non tengono forse un sistema? dovrem credergli esenti essi soli dall' incespare ne' ginepreti della pertinacia? Ris-

pondo senza esitanza: che andranno esenti e sicuri, fin a tanto che batteranno la strada sinor calcata. Essi non vanno già mendicando la spiegazion de' fenomeni da cause fantastiche, inventate a capriccio; nè dal miserabile rifugio del *non sappiamo che possa far la natura*. Essi non fanno altra cosa mai, se non se comparare il fenomeno con le leggi semplicissime e poche del loro sistema. Insino ad ora nessun fenomeno astronomico le ha smentite; nessuno, a rigor di parola. Dicono dunque alle odierne sbandate reliquie de' loro avversarj: trovate un sistema, che quadri meglio ai fenomeni; e noi tosto lo anteporremo al nostro; e noi tosto vi stimerem ragionevoli.

319. S' è veduto sopra, qualmente a poter sapere le distanze de' pianeti è necessario che sia falsa l' ipotesi del *Tolommeo* circa la quiete della Terra nel centro del mondo. Ma la verità delle distanze, quali son difinite oggidì, regge e risplende a tutti i confronti immagginabili: al confronto delle parallassi, al confronto dei diametri, al confronto delle rivoluzioni con le quali hanno un legame unico, ammirabile: cose tutte che andremo

svolgendo immantinente. Chi potrà dubitar tuttavia, che non possediamo la conoscenza verace delle distanze planetarie?

320. Adoprando incessabilmente il metodo esposto (316), e pigliando sempre il cominciamento dell' anno planetario da una nuova congiunzione, hanno gli astronomi determinato moltissime volte la lontananza dal Sole ad ogni pianeta: e questa apparve incostante, o sia diseguale in diversi punti dell' orbita. A forza di moltiplicare le osservazioni, ed i computi conseguenti, venne lor fatto d' abbattersi nella distanza massima, e nella minima. Tosto ne trasser la media, facendo l' aggregato di quelle, e tagliandolo per metà. Quanta non fu l' universal maraviglia dei dotti, allorchè il gran Keplero scoperse una relazione identica, fra l' anno e la media distanza d' ogni pianeta! Era cosa naturale, che il più lontano dal Sole spendesse, a girargli d' intorno, tempo maggiore del più vicino. Ma non è poi, che a distanza doppia il tempo sia doppio. Altra è la legge che regna, avvegnachè per tutti i pianeti ugualissima. La sagacità di quel grand' uomo vedeva

coll' intelletto, che una legge comune ci doveva essere. E postosi a rintracciarla, intanto che supponeva così a tentoni or questa or l' altra or l' una, avvenne, come a chi cerca con avidità, che il vero sistema, tra tanti non veri cadutigli in animo, rimase nascosto da un fallo di penna, da un puro abbaglio di calcolo. Ma chi vuol trovare non dee stancarsi: richiamate a cimento con altre ipotesi anche le prime, alla fin fine la buona gli si svelò. Chi può immaginarsi i trasporti dell'allegrezza di lui, dopo 17 anni di vani e faticosi tentativi? Credea sognare, non sapea credere a sè medesimo; e pur non vedea più che la menoma parte delle magnifiche conseguenze, cavate poscia dal gran segreto, ch' egli primo degli uomini avea strappato da' ripostigli della Natura. La legge consiste in questo: *I cubi delle distanze sono proporzionali ai quadrati degli anni planetarj*. Ingegniamoci d' appianarla ad intelligenza comune.

321. Prendiamo piccoli numeri, a maggior chiarezza e facilità de' computi; e supponiam due pianeti, la cui lontananza dal Sole sia di due miglia per l'uno, di quattro per l' altro. Se

il primo facesse il giro d' intorno al Sole in tre settimane, il secondo dovrebbe compiere il suo in poco men di settimane 8 ½. Imperocchè il quadrato d' un numero non è altro, che il prodotto nascente dal moltiplicare quel numero con sè stesso; ed il cubo d'un numero non è altro, che il prodotto nascente dal moltiplicare esso numero col suo quadrato: laonde a cagion d' esempio, 4 è il quadrato, 8 il cubo del 2. Pertanto i cubi delle distanze supposte sopra, saranno: 8 cubo della distanza 2; e 64 cubo della distanza 4. Il quadrato poi del primo tempo, o sia delle tre settimane, è il 9: il quadrato del secondo, o sia di 8 ½, è 72 poco più. Ora è verissimo, che siccome il cubo 64 della seconda distanza è otto volte maggiore del cubo 8 della prima; così il quadrato 72 del secondo tempo è maggiore otto volte del quadrato 9 del tempo primo. Tal dunque passa proporzione tra i cubi delle distanze, quale tra i quadrati de' tempi. E questa è la legge ch' osservano di puntino tutti i pianeti, tutti i satelliti, e fin le comete. Un novo pianeta fu discoperto nel 1781, e il vediamo obedire a quella *legge*. Lo

scopritore adocchiò susseguentemente anche quattro nuovi satelliti, e niuno ardisce scattar dall' impero d' essa pur un minimo che. Or se le distanze, determinate col metodo da me esposto in prima, il qual è affatto indipendente da quella legge, e fu usato avanti conoscerla, sono tali appunto, quali essa ce le amministra; chi non dirà stabilita da tal consenso e la sicurezza del nostro sapere circa di quelle, e la gagliardia del sistema Copernicano?

322. Tornandoci a mente, che la *distanza del Sol dalla Terra* serve di base a dedur la lunghezza delle altre che andiamo investigando, comprenderem di leggieri, passar tra la prima e queste una relazione, che può esser rappresentata da numeri astratti; cioè tali ch' esprimano quante volte una lontananza è maggiore o minore d' un' altra. *Per esempio*, quella di Giove dal Sole va intorno ai quattrocento milioni di miglia, quella della Terra dal Sole agli 80: tanto si potrà dire la prima 5, la seconda 1; o la prima 50, e la seconda 10; e mill'altre a questo modo. Pigliando numeri alti a bastanza, che possano comportare la più minuta esattezza, *se dicasi* 100000 la distanza

della Terra dal Sole, da questa base ricavansi, con ambi i mezzi già specificati, le lontananze de' pianeti dal gran luminare, quali seguono appresso.

Tavola di relazione tra le medie distanze de' pianeti dal Sole.

Mercurio	38710
Venere	72333
La Terra	100000
Marte	152369
Giove	520279
Saturno	954072
Herschel	1918362

323. Facendo i cubi di questi numeri, e i quadrati degli anni planetarj presi dal Capitolo antecedente, ognuno che sappia d' aritmetica, potrà dar la prova alla proporzione statuita dalla legge di Keplero. Contentandoci poi delle prime figure, 4, 7, 10, 15, 52, 95, 191, possiam tenere a memoria un tal qual confronto o scala delle distanze planetarie dal Sole. Così facilmente ci sovverremo, quella di Venere esser quasi doppia di quella di Mercurio, o sia come 7 a 4; esser quasi tre quarti di quella della

Terra, cioè come 7 a 10; esser quasi la metà di quella di Marte, o pur come 7 a 15: e così discorrendo. Anzi chi bramasse una regola facile per voltare in miglia que' numeri, 4, 7, 10, ecc. vedrà or ora valer essi un pò più d'otto milioni di miglia per ogni unità; salvo il primo che vale un pò meno.

324. Ad avere le miglia con precisione, non è mestieri altro che d'operar con la regola aurea. Pigliata la vera distanza dal Sole alla Terra, 81 505 460 *miglia* (226), e volendo quella, *per esempio*, di *Mercurio*, si dirà: se a 100 000, distanza ipotetica della Terra, corrisponde la vera di 81 505 460 miglia; a 38 710, distanza ipotetica di Mercurio, quante miglia corrisponderanno nella distanza vera? e si troverà 31 550 770. Collo stesso *metodo si rinvengono* in miglia le distanze *effettive* degli altri pianeti dal Sole. Come poi s'è veduto (228), che in quella dal Sole alla Terra può esservi error d'un milione di miglia al più, così essa, che serve di base, comunica alle lontananze de' pianeti una proporzionata incertezza. E' dunque *superfluo* tener conto delle mi-

gliaja; e però contentandoci saper giusto il quantitativo de' milioni, diremo: le distanze medie de' pianeti dal Sole in milioni di miglia essere come segue. Mercurio 31 $\frac{1}{2}$, Venere 59, la Terra 81 $\frac{1}{2}$, Marte 124, Giove 424 $\frac{1}{2}$, Saturno 777 $\frac{1}{2}$, Herschel 1555.

325. Il maggior fallo, che possa nascondersi in questi numeri (e che probabilmente è minore assai), torna in $\frac{3}{8}$ di milione per Mercurio, $\frac{3}{4}$ per Venere, 1 milion per la Terra, 1 $\frac{1}{2}$ per Marte, 5 per Giove, 9 $\frac{1}{2}$ per Saturno, 19 per Herschel: cioè all' ottantesimo circa d' ogni distanza. Quindi è facile da vedere, che tal errore non altera punto la tavola precedente de' numeri astratti (322), la qual tiene il suo fondamento sopra una legge della natura: mentre l' aggiugnere od il sottrarre a ciascuno un ottantesimo, non toglie che tuttavia non rimanga tra essi la relazione stessissima che hanno al presente.

326. Trovate le distanze medie de' pianeti dal Sole, è lieve faccenda inferirne le minime, le mezzane, e le massime de' pianeti dalla Terra. Imperocchè nel girare che fanno d'intorno al gran luminare, quando s' abbat-

tono ad essere nella mental muraglia (304) con esso e con la Terra, godono della maggior prossimità a noi, se sono di quà dal Sole; e della maggior lontananza, se sono di là. Per conseguente la differenza tra le distanze, dalla Terra al Sole e dal pianeta al Sole, è la distanza minima del pianeta dal nostro globo: la somma è la massima. Per esempio, la Terra è lontana dal Sole 81 $\frac{1}{2}$ milioni di miglia, Mercurio 31 $\frac{1}{2}$; laonde quando Mercurio tragitta fra il Sole e la Terra, viene ad esser lontano da noi 50 milioni di miglia.

327. Che questa sia la distanza minima, ognun può convincersi agevolmente, posando un tondino dentro d' un piatto: vedrà la minor distanza fra gli orli d' entrambi essere quella linea, che prolungata anderebbe al centro; e la distanza maggiore essere quella linea, che passa pel centro onde giungere dal lembo dell' uno al lembo dell' altro. Questo secondo esempio figura il caso del Sole stante di mezzo tra Mercurio e la Terra. Allor la distanza tra questi due corpi è composta da quella della Terra dal Sole, e da quella del Sol da Mercurio: e pe-

rò la massima lontananza di questo pianeta da noi va a 113 milioni di miglia.

328. Mercurio e Venere sono detti *inferiori*, perchè più vicini al Sole di quel che sia la Terra: gli altri si dicono *superiori*, perchè più lontani. Quando si tratta de' primi, deesi intendere il sito della Terra sull'orlo del piatto, ed il cammino del pianeta sul lembo del tondino; trattandosi de' secondi, viceversa: ed il Sole sempre nel centro. Ne segue, la minima distanza d' un pianeta superiore da noi, avverarsi nella opposizione, cioè quando la Terra si trova di mezzo tra il Sole ed il pianeta. Da Giove al Sol, per esempio, 424 $\frac{1}{2}$ milioni di miglia; ma dalla Terra al Sole 81 $\frac{1}{2}$: dunque allora da Giove a noi 343. In cotal guisa si computano le distanze minime e massime dalla Terra ai pianeti: le medie poi si ricavano, come ho detto altra volta (320), tagliando per metà la somma delle minime con le massime respettive. Ecco per tanto la

Tavola delle distanze de' pianeti dalla Terra in milioni di miglia.

	Minima.	Media.	Massima.
Mercurio	50	81 1/2	113
Venere	22 1/2	81 1/2	140 1/2
Marte	42 1/2	124	205 1/2
Giove	348	424 1/2	506
Saturno	696	777 1/2	859
Herschel	1473 1/2	1555	1636 1/2

329. *Quindi si vede*, che le distanze mezzane, della Terra dai pianeti inferiori, non sono diverse da quella del nostro globo dal Sole: e che le altre dai superiori equivagliono a quelle, già individuate, in cui son ciascheduno dal gran luminare. Quanto *poi alle* minime e massime, dobbiamo *avvertire*, che questa tavola non le porge con esattezza assoluta, ma solamente con relativa al supposto, ch'ogni pianeta e la Terra si rimangano sempre nella loro distanza media dal Sole, cioè girino a cerchio d' intorno a lui; il che s' allontana alquanto dal vero. *Quando* avremo determinato la figura e le dimensioni dell'orbite de' pia-

neti, allora saremo in grado di presentare con ogni possibile precisione, le distanze loro, minime e massime, dalla Terra.

330. Or se misurando il diametro di Venere nella congiunzione inferiore, il troviam quasi sette volte più grande, di quel che a misurarlo nella congiunzion superiore; a quel modo appunto, che la distanza massima 140, la qual corrisponde al secondo caso, è quasi maggior sette volte della minima 22, che appartiene al primo: e se misurando il diametro di Marte nell' opposizione, il troviam quasi cinque volte più grande, di quel che a misurarlo nella congiunzione; a quel modo appunto, che la distanza massima 205, la qual corrisponde al secondo caso, è quasi maggior cinque volte della minima 42, che appartiene al primo: quanto non dee gloriarsi e tenersi salda l' ipotesi Copernicana, la qual ricava dal moto della Terra le dimensioni delle distanze planetarie con esatta corrispondenza alle osservazioni de' diametri?

331. Nè siavi alcuno, che ignaro della sicurezza degli strumenti astronomici, prenda sospetto di qualche equivoco od incertezza in simili osser-

vazioni: oltrechè le differenze da 7 a 1, da 5 a 1 son troppo solenni, per lasciar adito a travedere. Esse son tali, che il disco di Marte in opposizione apparisce 23 volte maggiore che in congiunzione: quello di Venere nella congiunzione inferiore, 39 volte maggiore che nella superiore. Venga l' occhio più stupido e rozzo, rimiri, e dubiti se può. O almeno chi non viene e non mira, presti fede al consenso di tutti e poi tutti gli astronomi osservatori.

332. Abbiamo or trovato i diametri *in ragione inversa* delle distanze, siccome debb' essere per le cose mostrate (231). S' era inoltre provato (209), che le parallassi voglion seguire la stessa ragione. Adunque le parallassi minime de' pianeti debbono corrispondere alle massime lontananze de' medesimi dalla Terra; e le massime parallassi *alle minime lontananze*. Come poi s' è veduto sopra, che le distanze de' pianeti dalla Terra si deducono da quelle de' medesimi dal Sole, e queste dalla legge di Keplero, così sarà vero quel che dicemmo (221): che le parallassi de' pianeti dipendono, per una certa relazion necessaria, da quella del Sole.

333. Sono tre solamente le pa-

rallassi planetarie, le quali si possono determinare col mezzo dell' osservazione diretta: cioè quelle di Mercurio e di Venere nella congiunzione inferiore, e quella di Marte in opposizione. Gli altri pianeti essendo lontani da noi più del Sole, le lor parallassi per conseguente sono minori di quella del Sole, la qual, come piccolissima, abbisognò di ben venti secoli ad essere valutata con precisione. Risparmiarono per tanto gli astronomi ogni fatica ad investigar per osservazion queste parallassi, che poi non sono in sè stesse d' alcuna importanza, e all' occorrenza si traggon per computo dalle distanze con ogni certezza e minuzia. Sonosi eglino dati a cavar dall' osservazione le altre tre solamente, siccome quelle di cui si giovarono a maraviglia per determinare l' essenzialissima parallasse solare.

334. Cotali osservazioni han recato perfetta conferma alle, già scaturite dagli altri due fonti, distanze minime della Terra dai tre pianeti soprannominati. Noi possiamo però valerci del calcolo, per dedurre le parallassi corrispondenti alle dette distanze, non essendo ancor tempo di fa-

vellare de' passaggi di Mercurio e di Venere davanti al disco del Sole; che sono i fenomeni singolarmente appropriati a stabilir per osservazione le parallassi di tutti e tre questi corpi celesti. Posta di 8 secondi, 7 decimi, quella del Sole (220), s' instituisca la proporzione inversa così: La distanza minima di Mercurio dalla Terra sta alla distanza del Sol dalla Terra, come la parallasse del Sole alla parallasse massima di Mercurio. Moltiplicando la parallasse del Sole 8″, 7 con la sua distanza dalla Terra 81 ½ milioni di miglia, e dividendo il prodotto con la distanza di Mercurio 50, qualmente insegna la regola aurea, si ottiene 14″, 2 per parallasse massima di Mercurio. Dividendo l' accennato prodotto con la distanza minima di Venere 22 ½, esce per sua parallasse massima 31″, 5. Eseguendo la divisione con la distanza minima di Marte 42 ½, la sua parallasse massima risulta 16″, 6.

335. Circa queste parallassi convien poi lo stesso avvertimento, dato sopra per le distanze, cioè non esser conformi a capello alla verità di fatto, se non quando il pianeta e la Terra, costituiti in congiunzione od opposi-

zione, si trovino al tempo stesso nelle loro distanze medie dal Sole.

336. Concorrono adunque la legge di Keplero, le grandezze apparenti de' pianeti, e le loro parallassi, con ammirabile consenso ad assicurarci, che ben conosciamo e perfettamente le distanze de' pianeti dal Sole e dalla Terra.

CAPITOLO XVII.

DELLE DIMENSIONI DE' PIANETI.

337. Le dimensioni de' pianeti si scoprono e definiscono con que' metodi stessi, che abbiamo adoperati nel Cap. XI per trovar quelle del Sole e della luna. Non istaremo perciò a ridire le cose ivi sminuzzate. Misurando cogli strumenti il diametro d' un pianeta, si viene a sapere in minuti secondi quanta parte esso occupa d' una circonferenza, della quale l' astronomo tiene il centro. Che se sia nota d' altronde la distanza in miglia dal pianeta all' osservatore, la qual viene ad essere il raggio del detto cerchio, ritraesi tosto con agevole computo la precisa

lunghezza in miglia del diametro del pianeta. E' poi dimostro nel citato Capitolo, che le grandezze apparenti de' diametri seguono la ragione inversa delle distanze; talchè, per esempio, un uomo veduto in lontananza d' un miglio, pare nell' occhio nostro d' altezza doppia, di quel che a vederlo due miglia discosto. Per tanto ad avere una scala di relazione ne' diametri de' pianeti, o sia a poter compararli un con l' altro, è mestieri aspettare di misurarli, allor quando la distanza loro sia una data, comune a tutti: o pur conoscendo noi l' effettivo dilungamento nell' atto della misura, questa deve ridursi col calcolo a ciò ch' ella sarebbe nella distanza eletta per modulo, valendoci della mentovata ragione inversa, la quale è infallibile.

338. Esporremo dunque in primo luogo i minuti secondi, esprimenti la lunghezza del diametro d' ogni pianeta, secondo che questo diametro pare a noi, allor che il pianeta è lontano dalla Terra quant' è la distanza media del Sole da essa, val a dire 81 $\frac{1}{2}$ milioni con più 5460 miglia (226). Con questi due dati, diametro e distanza, ogn' iniziato in geometria sa-

prà dedurre in miglia le vere e reali larghezze, le circonferenze, le superficie, e le solidità, e così riscontrare quelle che produciamo noi susseguentemente. Anzi amandosi d' ordinario paragonare le dimensioni de' corpi celesti con quelle della nostra Terra, piglieremo queste dal Capitolo IV (88), e li minuti secondi del diametro d' essa, visto dal Sole, dal Capitolo XI (242); e le daremo il suo luogo, come altre volte, nell' ordine de' pianeti.

339. Giova bensì premettere qualche avvertenza. L'osservazione su alcuni, l' analogia negli altri, fan credere che i pianeti sien tutti, a simiglianza della Terra, schiacciati ai poli, e rilevati all' equatore, in conseguenza (95) dell' esser tutti rotanti. Venere e Mercurio son quelli, su cui non poterono ancora gli osservatori distinguer figura ellittica, o comunque diversa dalla sferica. Siccome in grossezza, ed in celerità di rotazione (269) Venere non differisce notabilmente dalla Terra, così posto da parte quel che c' è ignoto, cioè il grado d' eterogeneità delle loro masse, possiam crederle non dissimili gran fatto nella forma. Sarebbe perciò troppo tenue il divario

dall' asse maggiore al minore, perchè potesse da noi discernersi, anche nella massima vicinità di Venere. Si debbe pur credere non molto grande la differenza degli assi in Mercurio, nè molto rapida la rotazione, poichè ambe s' involano tuttavia ai più squisiti istrumenti.

340. Quanto ai pianeti superiori, non sembra rimaner dubbio del loro schiacciamento. In Marte afferma *Herschel* aver osservato la differenza d' un sedicesimo dall' asse maggiore al minore. L' astronomo, e i singolari strumenti di lui fan per certo grandissima autorità: ma la lentezza della rotazione di Marte (271) ripugnando ad un sì forte schiacciamento, sussiste negli scienziati comune la brama d' osservazioni ulteriori. E' patentissima la figura ovale di Giove, siccome è solenne la celerità della sua rotazione (272). Differiscono gli assi d' un quattordicesimo circa; e più precisamente, il diametro minore sta al maggiore, come 69 a 74: laonde il divario monta a 2600 miglia, o in quel torno. La celerità poi della rotazione eccede 26 volte la nostra, da che le parti equatoriali, nella superficie di Giove, cor-

rono 397 miglia in un minuto. Rimane veramente non lieve discordia, e sopra la quantità dello schiacciamento, e sulla misura assoluta de' diametri, per rispetto a Saturno: ma delle cause di ciò renderemo conto allorchè parleremo del maraviglioso anello che lo circonda. Finalmente la gran lontananza di Urano non ha concesso finora la vista della sua elitticità ad altri, che allo scopritore *Herschel* di questo nuovo pianeta; ed egli la annuncia assai grande.

341. Premesse queste notizie, diremo: che i diametri de' pianeti, contenuti dalla seguente tavola, sono i medj tra 'l minimo e 'l massimo; che le altre dimensioni son calcolate nella supposizione, che il pianeta sia rotondo, non potendone nascer notabile errore dall'adoprare il diametro medio; e per ultimo che le superficie sono espresse in quadri, e le solidità o sia volumi in dadi, col lato di 100 miglia così negli uni come negli altri.

Dimensioni de' pianeti.

MERCURIO

Diametro, 6 minuti secondi, 9 decimi; o sia	6″, 9
Il medesimo in miglia	2 727
Circonferenza, miglia	8 666
Superficie. quadri	2 335
Solidità, dadi	10 613

VENERE

Diametro	16″, 5
Il medesimo in miglia	6 520
Circonferenza, miglia	20 483
Superficie, quadri	13 365
Solidità, dadi	145 123

TERRA

Diametro	17″, 4
Il medesimo in miglia	6 875 ½
Circonferenza, miglia	21 600
Superficie, quadri	14 868
Solidità, dadi	170 469

MARTE

Diametro	9″, 0
Il medesimo in miglia	3 556
Circonferenza, miglia	11 173
Superficie, quadri	3 973
Solidità, dadi	23 551

GIOVE

Diametro	187″
Il medesimo in miglia	73 893
Circonferenza, miglia	232 142
Superficie, quadri	1 7'5 364
Solidità, dadi	211 255 630

SATURNO

Diametro	172″
Il medesimo in miglia	67 966
Circonferenza, miglia	213 521
Superficie, quadri	1 451 209
Solidità, dadi	164 387 450

HERSCHEL

Diametro	75″
Il medesimo in miglia	29 636
Circonferenza, miglia	93 105
Superficie, quadri	275 928
Solidità, dadi	13 629 106

312. Le solidità d'un pianeta e della Terra se siano divise, la maggiore dalla minore, risulta esser la Terra 16 volte più grossa di Mercurio, di Venere poi solamente un dodicesimo, e di Marte 7 volte; all' opposto esser dessa ben 1241 volte più piccola di Giove, 966 di Saturno, e 80 di Herschel. Tiene ella dunque in grandezza

Il posto di mezzo infra i pianeti finor conosciuti, essendo minore di tre e maggiore di tre: quanto poi alla distanza dal Sole, non le fu impartito il luogo di mezzo, ma sta dopo due, e innanzi quattro.

343. Indaghiamo ora a che montino gli errori possibili nelle precedenti dimensioni. Basterà investigarli nel *diametro*, giacchè da questa si traggono tutte le altre. Due sono i fonti d' errore: uno sta ne' piccioli inganni dell' istromento o dell' occhio nel prendere la misura; e questo svanisce quando le *osservazioni* sono concordi, o numerosissime. L' altro deriva dall' incertezza che può esservi sul quantitativo della distanza dal Sole a noi, dalla qual si deduce quella che v' è dal pianeta, indi col mezzo di questa si converte in miglia la lunghezza del *diametro*, osservata in minuti secondi. Vedemmo (228) non poter l' accennata incertezza esser maggiore d' un milione di miglia, cioè d' un ottantunesimo, o più esattamente di $\frac{10}{815}$ della distanza 81 $\frac{1}{2}$ *milioni*. In ogni *diametro* de' *pianeti* in miglia potrà dun-

que esservi per tal causa l' ambiguità di $\frac{1}{81}$ del valore. Quanto poi alla prima classe d' abbagli, dipendente dall' istromento e dall' occhio, nulla si può statuire ancora in riguardo a Marte, Giove, e Saturno. Bensì per Mercurio le osservazioni godono tanta concordia, che non ammette possibilità d' errore maggior di $\frac{1}{17}$. Sommate insieme per tanto la diciassettesima con l' ottantunesima parte del diametro di Mercurio, sappiamo che l' incertezza totale può ascendere al più a miglia 193. Similmente il diametro di Venere si misura con tanta puntualità, negl' incontri de' suoi passaggi davanti al disco del Sole, che non è permesso dubitar d' altro che di $\frac{1}{66}$. Questo accoppiato all' $\frac{1}{81}$, circoscrive il maggior fallo possibile dentro miglia 179. Finalmente, rispetto ad *Herschel*, il suo scopritore assicura, non poter esser

maggiore di $\frac{1}{16}$ l' esitazione sul diametro: or questa quantità congiunta alla solita di $\frac{1}{81}$, compone il dubbio totale di miglia 2216.

CAPITOLO XVIII.

DEL MOTO ANNUO DELLA TERRA.

344. E leggasi una stella, tra le cospicue un' ora dopo colcato il Sole: badando a non prender in fallo un pianeta; che già insegnammo a distinguerli (266). Sia essa dalla banda di ponente, e sia tale che vada nel corso della notte a tramontar poco lungi dal sito ove scese il Sole. Seguitando a guardarla ogni dì all' ora stessa, molti non passeranno che il veditor non s' accorga, essersi quella stella appressata al Sole; e ciò procedere di continuo, tanto che finalmente non la potrà egli discernere, per lo soperchio splendore che regna di verso il gran luminare. Ciò nondimeno è certissi-

mo, che la stella non s' è mai rimossa nè punto nè poco dal proprio luogo nel cielo: di che ciascuno si può di leggieri capacitare, ponendo mente come le stelle non mutano mai le loro distanze mutue, nè i punti dell' orizzonte ove sorgono o cadono. All' incontro la distanza *angolare* (61) del Sol dalle stelle, cioè per quel verso che i nostri sensi la possono apprendere, si cangia ogni dì; del pari che i punti dell' orizzonte ne' quali accade l' orto e l' occaso del Sole. Sembra venir di legittima conseguenza, lui essere che si muove, non già le stelle; lui essersi avvicinato alla stella da noi presa di mira, non già la stella a lui. Tale invero è il giudizio che dee pronunciarsi, quando per altro si presupponga che l' osservator si rimanga fermo nello spazio celeste. Ma v' è tra i possibili un caso, in cui le apparenze sarebbero quali sono, quantunque nè il Sole nè le stelle si movessero punto: ed il caso è, se quel moto, che da noi s' attribuisce al Sole, fosse anzi della Terra ma per verso contrario. Venga meco il lettore: ajutiamoci d' un esempio.

§45. Fingo essere sulla sponda

d' un fiume, e guardando la opposta, aver dirimpetto la luna che appunto s' alza dall' orizzonte. Dallato ed alquanto lungi è una barca, che lentamente scendendo con la corrente arriva a passare tra me e la luna. I miei raggi visuali, che venivano sul principio dal bastimento e dalla luna, divergevano l' un dall' altro notabilmente: nella qual divergenza consiste la distanza angolare dei due obbietti. A misura che la navicella si appressa, anche il raggio visuale procedente da essa viene accostandosi all' altro, come se il vascelletto si avvicinasse alla luna. La distanza angolare va dunque via via scemando finchè s' annienta; adagiandosi li due raggi, per così dire l' uno su l' altro allor quando il navilio perviene ad essere giustamente di mezzo tra me e la luna. Intanto la lontananza per linea retta dal bastimento alla luna, nè soffre alterazione sensibile, nè qui si considera punto, ove osservansi unicamente le variazioni della distanza angolare. Or queste sarebbero avvenute del pari, nè più nè meno, se stando ferma la barca nel primo suo posto, io mi fossi avviato alla volta di quella luna.

ghesso il margine, insino a trovarmi dietro il navilio, relativamente alla luna. Suppongasi adesso una stella in luogo della luna, il Sole invece del bastimento; e le apparenze saranno le stesse, o muovasi il Sole, o si muova l' osservatore per direzione contraria. I nostri sensi per tanto non sono capaci a decidere cotal dubbio: e tutti coloro, i quali attribuiscono il moto al Sole e la quiete alla Terra, per la sola ragione che gli occhi lo attestano; sono simili a quel fanciullo, che dal finestrin d'un vascello, ov'entrò per la prima volta, crede, e nessun può torgli di capo, che le rive camminino; sono simili a quel giovanotto, il qual corre, ed è persuaso che la luna, cui mira sempre dal lato stesso, lo seguiti; sono simili all' uom maturo, il qual giudica più ampio il disco lunare, quando la luna è vicina all'orizzonte, che quando si trova nell' alto del cielo; sebben la realtà del fatto stia giustamente al contrario. Adunque non già col testimonio fallace degli occhi, ma col rigido esame dell' intelletto, si dee pronunziare sulla gran lite; se quel moto sia veramente del Sole,

oppur della Terra: e questo è lo scopo del presente Capitolo.

346. Piglieremo principio rimemorando, che il movimento de' pianeti ha relazioni stringenti, decisive, cospicue, col Sole, e nessuna con la Terra; siccome è reso manifesto ne' Capitoli XV e XVI. Che se il Sole non giace puntualmente nel centro degli orbi planetarj, non però se ne scosta enormemente; ma dell' eccentrica sua situazione v'è anzi una ragion fisica solenne: poichè vedremo, a suo tempo, che s' ei risiedesse nel centro, il moto de' pianeti saria circolare, ed equabile; due condizioni che la Natura ripudiò, siccome testifica il fatto. All'incontro la Terra è costituita in distanze esorbitanti dal centro dell' orbe d' ogni pianeta: trattandosi nulla meno che di milioni di miglia ben 80. Tanto che avvien perfino, che due pianeti, Mercurio e Venere, lascian la Terra fuor da quell' ambito che descrivono intorno al Sole (Cap. XV). Posto dunque per dimostrato (Capitoli XV, XVI), che tutti i pianeti accerchiano il Sole; e tornandoci a mente, lui essere nella mole disparatamente maggiore d' ognun di loro (Capitoli XI, XVII): notiamo in prima,

quanto il buon raziocinio si appaghi di questa economía; che i corpi minori si volgano intorno al maggiore; e che questo, in maestosa quiete, con le sue forze attrattive preponderanti trattenga i minori nel proprio dominio, e nelle rispettive lor vie.

347. Osserviamo secondariamente: che concedendo il girar del Sole d'intorno alla Terra, bisogna di necessità supporre ch'ei tragga seco il corteggio di tutti i pianeti e de' loro satelliti, e sino delle comete; mentre veggiamo, che le posizioni di tutti questi corpi celesti non ricevono alterazion da quel moto onde par che il Sole circondi la Terra. Tale supposizione (sia detto con pace del gran Ticone) dee per certo suscitar ripugnanza in ogni sano intelletto: dovendosi ammettere, che un corpaccio, stranamente maggior della Terra (243), non solo abbia l'incombenza di volteggiare d'attorno a quest'atomo, che l'occhio umano discernerebbe appena stando nel Sole (242); ma di condurre anche seco in simil tornèo tutti gli astri, che del suo lume e calore s'avvivano, e nel cui stuolo ve ne ha pur tre, di gran lunga più grossi del nostro piccolello abitacolo (342). E tutto

questo rigiramento, senza che dar se ne possa un filo di ragion sufficiente. Imperocchè dal circuito del gran luminare d' intorno alla Terra altro effetto non nasce, se non se il cangiamento delle nostre stagioni: il qual certo non avverrebbe, se l' uno e l' altra se ne stessero fermi in un luogo; ma ogni paese avrebbe perpetua quella stagion, che portasse la situazione di esso in riguardo al Sole, e chi volesse godere d' altra stagione, bisogneria che mutasse dimora. Or siccome a produrre l' alternamento delle stagioni, qual lo proviamo, niun può negare che tanto vaglia il girar del Sole d' intorno a noi, quanto il girar della Terra d' intorno a lui: così la semplicità, che risplende in tutte le opere della Natura, non permette pensare, senza ingiuria dell' Autore di lei, che ad ottenere l' effetto delle varie stagioni abbia egli scelto il moto annuo d'un centinajo di globi, val a dire del Sole, de' pianeti, de' satelliti, e delle comete, quando bastava uno solo, cioè quel della Terra d' intorno al Sole.

348. E qual mai difficoltà debbe aversi a concedere al nostro globo quest' annuo moto? Volgonsi attorno al Sol

tre pianeti, sommamente più grandi della Terra; qual impedimento osterà alla conversione di lei? Ella nuota nello spazio, com' essi; è corpo opaco, com' essi; è di forma, com' essi, tirante allo sferico: non v' ha ragion fisica escogitabile, che ripugni al suo correr pel voto de' cieli. Parmenide, della setta Eleatica, sosteneva 1300 anni fa, la Terra esser ferma nel centro del mondo: dandone per ragione il vederla sospesa nell' aria, senza precipitar da veruna banda, laond' era mestieri che le sue parti non avessero ragion sufficiente di pendere per un verso più che per l' altro. Questo fu il primo lampo dell' attrazion Neutoniana che balenò nell' umana mente: ma ben può dirsi più corta d' una spanna la vista di lei, se Parmenide non s' avvide, che ogni astro dovea giacer, per lo stesso motivo, nel centro del mondo. Or dove sarà poi da creder che sieda il centro predominante? Forse in un de' più piccoli corpi celesti, o pur nel grandissimo? Forse in quello d' intorno al quale tutti i pianeti s' aggirano, e in tempi e distanze subordinate ad una legge comune (320); o pur nella Terra, la qual vede i pianeti or da lei di-

lungarsi molto, ed ora accostarsi, senza ordine, senza legge, senza relazione immaginabile tra essa e loro?

349. Ma che dico, senza ordine? Doveva anzi dir, con disordine, e propriamente mostruoso. Il moto de' pianeti, riguardato dalla Terra, offerisce tali stranezze, che tutt' altro concetto dovea partorire, fuorchè quello di crederla centro de' loro andamenti. Per lo più tu li vedi, egli è vero, solcare i cieli da occidente verso oriente: ma qual capriccio entra in loro di tanto in tanto, onde volgersi e ritroceder non breve tratto di strada, pel corso di giorni, e di settimane, e taluno ben anche di cinque mesi continui? Poi qual pazzo variar di velocità? Talora li miri correre a briglia sciolta, talora far dello stanco per modo, che già sembrano immobili. Chi avrà senno, e attribuirà alla natura sì fatte stravaganze, inconciliabili al certo col moto circolare, che pur fu l' idolo degli antichi per tanti secoli? Imperocchè il moversi de' pianeti non può essere senza impulso ricevuto; e da un impulso una sola direzione può nascere: come possono stare a vicenda direzioni contrarie! E quando l' impulso è vibrato, e

quando è avviato il moto concepito; onde vien che in progresso cotesto moto si acceleri, si rallenti, e s' annichili; e dopo esinanito, onde viene la nuova spinta che il fa rinascere?

350. Tutte queste stranezze, che diedero tanta briga all' ingegno umano, diventano il più bell' ordine del mondo (maraviglioso trovato), sol che si ammetta la quiete del Sole, ed il moto annuo della Terra d' intorno a lui con la stessa legge di quello de' pianeti. Per intendere come avvenga, che li miriamo or procedere, ed or ritrocedere; non incresca al lettore trar della tasca l' oriolo. E postoselo dinanzi sur un tavolino, per guisa che l' indice de' minuti sia volto dirittamente contro di lui; osservi come quell' indice avanza dalla sinistra, per lo spazio d' un quarto d' ora; poi seguitando il suo giro, si va a poco a poco volgendo verso la destra, ed a quella più e più s' inoltra e s' indirizza, per il corso di mezz' ora: trapassata la quale, va di novo mutando la sua direzione, e tenendo quella da dritta a manca per altrettanto tempo: e così a vicenda mai sempre. Or poniamo, che il centro della mostra sia

il Sole; la punta dell' ago de' minuti sia Venere o Mercurio; e l' occhio del paziente lettor sia la Terra: che con tal ordine appunto stanno le cose nella natura; poichè abbiam veduto (Cap. XV), che la Terra riman di fuori dell' orbita cui descrivono i mentovati pianeti d' intorno al Sole. Se questo è fermo, siccome è il centro della mostra, cessa ogni maraviglia al vedergli andare or da dritta a sinistra, ed or da sinistra a destra: poichè non ha pur sembiante di così fare la punta dell' indice dell' oriolo, sebbene *in fatto* ella vada continuamente innanzi, e non ritroceda mai? Or queste apparenze succederannosi parimente, ma sol con più larghi intervalli, se il riguardante cammini attorno al tavolino, seguitando a rilento il moto dell' ago, sicchè questo il raggiunga e trapassi, a quella guisa che giusta il Copernico la Terra si move d' intorno al Sole, pel medesimo verso, e con minore celerità di Mercurio e di Venere.

351. Adesso a capir con egual chiarezza, così le fermate o sia stazioni, come le differenze estreme di velocità, di questi due pianeti, ci giove-

remo d' un' altra comparazione, che varrà ad immagine più espressa dell' ipotesi Copernicana. Ponghiamoci in alto mare a vista d' un' isoletta; e il viaggio del nostro navilio tenda a circuirla. Ecco sopraggiunger di mezzo altra nave più lesta, che ha il medesimo scopo, d' accerchiare quell' isola. Poichè ambe le prore s' avanzano con la stessa direzione, l' isoletta sarà coperta a' nostr' occhi dall' altro vascello, per tratto più lungo di tempo, che se navigasse con direzione contraria alla nostra. Nel primo caso, cui chiamerem della *congiunzione inferiore*, secondando noi il moto dell' altra barca, questo ci comparisce men rapido del vero; non cadendoci sotto i sensi altro che la differenza delle celerità: nel secondo caso, uno andando un venendo, li due bastimenti si fuggono in ragion della somma delle loro velocità; e quindi il rincontro de' due navilj, per linea retta con l' isola, si spaccia in un attimo, in un baleno. Or questa seconda apparenza, cui darem nome di *congiunzion superiore*, verrà a succedere appunto, quando il legnetto più snello, correndo avanti, sia pervenuto oltre l' isola, rispetto a noi;

poichè allora il suo moto sarà per verso contrario al nostro. Ma pria ch'esso giunga a quel punto opposto, anzi molto più da vicino alla congiunzione inferior trapassata, di quello che alla superiore futura, interviene un' altra combinazione: val a dire, che quel navilio, avanzando di fianco relativamente al nostro cammino, sembrerà agli occhi nostri non moversi punto; di sorte che, se vi fosse da lungi un' altra isoletta dirimpetto alla prora d'esso navilio, il vedremmo restare su quella dirittura per qualche spazio di tempo, così portando la corrispondenza degli andamenti dei due vascelli.

352. Sia per tanto la prima isola il Sole, il nostro bastimento la Terra, e quell' altro rappresenti Venere o Mercurio. A quel modo che i due bastimenti van sempre avanti, nè mai ritrocedono; così fanno precisamente e la Terra, e ciascun de' pianeti testè nomati. Come poi le costellazioni del zodiaco son registrate dagli astronomi con quell' ordine, col quale appariscono in cielo procedendo da dritta a sinistra, così chiamiamo *diretto* il moto del pianeta, quando va per quel verso; il che succede qualor si trova

di là dal Sole, cioè nelle parti della congiunzion superiore. Allora il suo moto a noi par rapidissimo, poichè la Terra va a destra, e il pianeta a sinistra, onde apparentemente si fuggon l'un l'altro, quantunque realmente s'inseguano: e questo è il caso dell'isola, interposta tra i due vascelli. Vien poscia il pianeta accostandosi alla congiunzione inferiore; in cui dee far tragitto tra mezzo al Sole ed alla Terra, ed allora il suo moto, relativamente a noi, è per verso contrario a quello della congiunzion superiore; vien dalla nostra manca per trascorrere alla dritta; a giudizio degli occhi nostri ei va dunque contro l'ordine delle costellazioni, e chiamiamo il suo moto *retrogrado*. Ho detto *a giudizio degli occhi nostri*, poichè tal non sarebbe per chi stesse nel Sole, donde vedesi ogni pianeta andar sempre secondo l'ordine delle costellazioni. Ma perchè nè Mercurio nè Venere non solcano mai quelle regioni celesti, che abbiamo dopo le spalle in guardando il gran luminare, perciò li paragoniamo sempre alle costellazioni che trovansi da una parte sola, cioè dinanzi di noi qualor tenghiamo la faccia volta verso essi;

e così il lor cammino ci pare or diretto, ed ora retrogrado.

353. Ne' pianeti superiori, Marte, Giove, Saturno, *Herschel*, facilmente s' intende il variar delle velocità. Quando sono di là dal Sole, il loro moto ci appare diretto e più rapido, accadendo ogni cosa come s' è detto per li pianeti inferiori, Mercurio e Venere. Quando poi sono alle parti dell' *opposizione* (305), cioè quando la Terra è di mezzo tra essi ed il Sole, allora a mirarli è d' uopo volgere a questo il dorso: e così stando noi, li vedremmo andar sempre collo stesso moto diretto, da dritta a sinistra, e secondo l' ordine delle costellazioni, se la Terra si stesse ferma: ma andando essa con egual direzione, e con moto più celere di loro, ne nasce che restano indietro da lei, e così il loro moto ci comparisce *retrogrado*. Saltiamo dall' uno nell' altro de' due navili, cioè in quello che naviga più da presso all' isola, e con celerità maggiore: sia questo la Terra, sia l' altro il pianeta; e potremo agevolmente raffigurarci tutte le apparenze de' movimenti de' pianeti superiori.

354. Mancano solo da esemplifi-

car le stazioni; nè in questo è d'uopo distinguere gli uni dagli altri. Il fenomeno della stazione succede, quando il pianeta e la Terra s'avanzano d'uno spazio, eguale in apparenza; come se un uomo traversasse una strada per la linea più corta, ed un altro la traversasse nel tempo medesimo con più veloce passo per linea obliqua e più lunga. In tali casi il pianeta, allo sguardo nostro, ha sembiante d' essere immobile; poichè il nostro raggio visuale non muta direzione nella profondità de' cieli, ma quello d' oggi è parallelo a quello di jeri. Le facciate delle case da un lato si dicono parallele con quelle dall' altro, sinchè la strada è ugualmente larga. Or ponendo che due muraglie sien così parallele, ma pur distanti l' una dall' altra anche un miglio, anche dieci, e più ancora d' assai; se traguardando lunghesso la superficie dell' una, ti vien veduta una stella appuntino su quella dirittura, sarà pur veduta nel medesimo istante per la dirittura dell' altra muraglia, con la stessa puntualità nè più nè meno, che se que' muri fosser vicini un palmo, od un' oncia. Nasce cotal effetto dalla smisurata lontanan-

za delle stelle: perciocchè le larghezze si stringono sempre, a giudizio degli occhi, quanto più sono scorte di lontano; e così una lunga strada, stando tu dall' un capo, ti sembra esser quivi molto più larga, di quel che nell' altra rimota estremità. Noi non possiamo discernere il moto d' un pianeta, se non per comparazione alle stelle (302): quand' ei non cangi sito respettivamente ad esse, dobbiam crederlo immobile com' elle sono: e ciò succede tutte le volte che i moti della Terra e del pianeta si combinano *in guisa*, da farci vedere continuamente il pianeta sulla dirittura d' una medesima stella. Allora il raggio visuale, il qual vien dal pianeta alla Terra, cammina parallelo a sè stesso: come avvien ne' due uomini, che passassero contemporaneamente dall' una all' altra delle muraglie sumentovate, l' uno per la linea più corta, l' altro per linea traversale. Se uno di questi facesse quel tragitto dormendo, e non sapesse d' averlo fatto, terrebbe per fermo, non essersi l' altro uomo pur mosso minimamente. Così dormono di ferreo sonno i Tolemaici, mentre la Terra con passo velocissimo solca gli spazi

celesti. Assentano a questo moto, ed immantinente le stazioni de' pianeti, che senza d' esso sono incredibili o inesplicabili, diventano apparenze naturalissime, e le più facili del mondo ad intendersi.

355. Si sforzarono in vero Tolommeo e Ticone ed i loro seguaci, d'immaginare un sistema di cose, il qual conciliasse le apparenti stranezze planetarie, con la voluta a ogni costo immobilità della Terra nel centro del mondo. E sebbene a concederle il moto non ripugnasse nissuna assurdità fisica, non però di meno si diedero a fabbricare di fantasia una moltitudine illimitata d' ipotesi, delle quali non v' ha pur una, di cui abbian potuto produr ragion fisica almen plausibile.

356. Cominciarono dunque dal chiuder la Terra dentro degli orbi di tutti i pianeti, niuno eccettuato. Indi vollero ad ogni patto che questi orbi fossero cerchj: e la ragion che li mosse a voler così, fu l' aver sentenziato di loro capo, la figura circolare esser la più perfetta; quasi che disdicesse alla natura la libertà di valersi d' altre figure: ragion metafisica tanto assurda, quanto che in tutte le opere innume-

tabili della natura, non ce ne ha forse alcuna, che sia sottomessa alla schiavitù delle forme regolari; e cercheresti indarno un sasso, una pianta, una foglia, un frutto, una montagna, una valle, o qual altra cosa ti piaccia, che sia puntualmente rotonda, o quadra, o pentagona, o simili. Tolommeo, seguitando la più parte degli antichi filosofi, avea principiato dal metter la Terra nel centro de' cerchj delle orbite planetarie. Ma perchè il moto circolare non può concepirsi altro che uniforme, cioè uguale in tempi uguali; perciò veggendo i pianeti moversi or più veloci, ora più lenti, fu costretto declinare da quell' ipotesi, e mise i centri dell' orbite planetarie alquanto remoti dalla Terra, non però tanto, che questa non fosse dentro di tutte. Imperocchè diceva argutamente: se il centro dell' orbita sia staccato dal globo terrestre, il pianeta scorrendola troverassi or vicino, or lontano da noi, ed il moto di lui, comecchè uniforme, sembrerà agli occhi nostri più rapido, quanto il pianeta ci sia più da presso, più lento, quanto il pianeta ci sia più discosto. A quel modo che un uomo, il qual corra a tutta possa, in una cer-

ta lontananza da noi, diremmo che appena si mova. Questa è l'unica ipotesi, che onorerebbe il Tolommeo, s'ei non l'avesse adoprata a rovescio, e con soverchia pusillanimità. In cambio di cavar fuori dalla Terra i centri dell' orbite planetarie, bisognava rimover lei, non pur da essi, ma ancora dal centro del mondo. Ei già s'era indotto a toglierle la prerogativa, goduta per secoli e secoli nella general credenza, d' esser il centro de' movimenti celesti: qual delirio, ostinarsi a qualificarla tuttavia per centro del mondo! Non sono forse i pianeti una parte del mondo, ed una parte principalissima? Giocoso concetto in verità, seguitar a tenere per centro del mondo quel corpo, che non è centro dell'orbite de' pianeti! Disgiungendo dalla Terra i centri di queste, comecchè grandemente manco di quel ch' era d' uopo, venne fatto al Tolommeo d' appagare a qualche modo le varietà più solenni della velocità de' pianeti: ma l' estinzione del moto; ma il mutar direzione per verso contrario; val a dir, le stazioni e le retrogradazioni, rimanevan tutt' ora inesplicabili.

357. Qui Tolommeo si cavò d'im-

paccio col metter mano ad un' altra ipotesi degli antichi, la qual dai proseliti loro si decanta come uno sforzo, e ch' io non dubito intitolare un abuso, d' ingegno. In cambio di far girare il pianeta per l' orbita sua circolare, cui pose il nome di *deferente*, lo fece andar per un altro cerchio, appellato *epiciclo*, che avea sempre il centro nella circonferenza del primo. Una similitudine può osservarsi nella struttura degli orologi: ogni ruota corrisponde col proprio centro alla circonferenza d'un'altra; imperocchè l'asse della prima, porta un rocchetto, che investe i denti della seconda. Se queste ruote non fossero di metallo o di legno, ma fossero d' aria, come le ipotesi di Tolommeo, potrebbe il centro della prima, la qual rappresenta l' epiciclo, star sul circuito della seconda, dalla quale è figurato il deferente. Immaginiamoci adesso che il pianeta sia un dente dell'epiciclo. Aggirandosi questa ruota, anderà anche il pianeta d' intorno al centro di essa: infrattanto la ruota non deve stare, siccome nell' orologio, coi perni incastrati nelle loro cellette, ma dee camminar tutta intera lungo la circonferen-

za del deferente. L' epiciclo ha dunque due movimenti: uno di rotazione, cioè intorno al proprio asse, come ogni ruota dell' orologio; l' altro di traslazione lungo la circonferenza del deferente, come se l' orologio fosse portato d' intorno a questa. A intender più chiaramente questo secondo moto, poniamo che l' indice de' minuti d' un oriolo, in vece di terminare in punta, finisca in un anello; e che questo venga a riferir col suo centro sovr' una di quelle circonferenze, che racchiudono i segni dei minuti. Figuriamoci che mentre l' indice porta seco l' anello, questo abbia in sè un altro moto, per cui senza separarsi dall' indice, s' aggiri d' intorno al proprio centro a quella guisa che fa ogni ruota d' oriolo: la circonferenza dei minuti rappresenterà il deferente, quella dell' anello l' epiciclo; ed avremo una chiara idea dell' ipotesi Tolemaica.

358. Ne viene di conseguenza manifesta, che il pianeta girando intorno al centro dell' anello, per mezza circonferenza di questo seconderà il moto di traslazion dell' anello sul deferente, e per l' altra mezza anderà per verso contrario. Adunque la Ter-

ra, situata fuori dell' epiciclo, vedrà il pianeta, nel primo caso, accelerare il suo moto, siccome composto dalla somma de' movimenti di traslazione e di rotazione dell' epiciclo: a quel modo che un uomo, il qual corra da poppa a prora dentro una nave che viaggia; fa realmente maggior cammino che se la nave stesse ferma. La Terra poi, nel secondo caso, vedrà il pianeta ritardar il suo moto, o perderlo affatto, o ritrocedere, secondo che il viaggio del pianeta per l' epiciclo sarà minore, eguale, o maggiore del viaggio contrario dell' epiciclo sul deferente: in quella guisa, che un uomo, il qual corra da prora a poppa, sarà in quel mentre portato in realtà poco avanti dalla nave, se questa cammini poco più di lui; non sarà portato nè avanti nè indietro, s' ei corra tanto quanto il naviglio; ed avrà veramente retroceduto, s' ei vada più celere del vascello.

359. Supponendo per tanto la girazion del pianeta sulla circonferenza dell' epiciclo, quella dell' epiciclo sulla circonferenza del deferente, e la Terra situata fuori dell' epiciclo, e dentro del deferente ma non nel cen-

tro di questo; si posson benissimo rappresentar le stazioni, le retrogradazioni, e le principali disuguaglianze nella celerità de' pianeti. Ma perchè tutte queste apparenze si spiegano parimente, e anzi meglio, con l' ipotesi Copernicana del moto annuo della Terra, riman da vedere, se il sistema immaginato dal Tolommeo possa essere veramente quello prescelto dal sapientissimo Autore della natura.

360. La prima contraddizione del Tolommeo con sè stesso è quella, che abbiam già recata, di far la Terra centro del mondo, e non centro dell' orbite de' pianeti.

361. La seconda sarà di far movere i pianeti, non più sull'orbite loro, ma intorno altri cerchj, appellati epicicli. *Orbita* d' un pianeta non altro significa, se non la strada battuta dal pianeta nell' anno suo. Or se il pianeta non cammina egli stesso per la circonferenza del deferente, dunque il deferente non è più l' orbita. E se la via del pianeta è la circonferenza dell' epiciclo, questa è dunque l'orbita vera e propria del pianeta. Ma la Terra sen giace fuori degli epicicli de' pianeti: dunque i pianeti non girano in-

torno alla Terra; dunque l' essenza del sistema Tolemaico è annientata dall' ipotesi degli epicicli.

362. La terza contraddizione sarà: se a fuggir la seconda si voglian considerare insieme i due moti del pianeta, uno proprio intorno all' epiciclo, l' altro comune coll' epiciclo intorno al deferente; ne nascerà che il pianeta, con questo moto composto, il qual viene ad essere il moto totale di lui negli spazj celesti, non descriverà più un cerchio. Come possono dunque conciliarsi la pertinace sentenza degli *orbi circolari*, ed il viaggio de' pianeti non circolare?

363. A salvare questa obbiezione adducesi, che tutto lo spazio celeste, abbracciato dall' epiciclo, si dee riputare d' un pezzo solo, costituente la sfera del pianeta: ed allora il moto, *di tutta la sfera* insieme, viene a riuscir circolare d' intorno al centro del deferente. Ma qui sorge la quarta assurdità: non essendo possibile concepire d' un pezzo solo una sfera di puro cielo, voto d' ogni materia che ne connetta le parti. Nè alcun lettor mai pensasse, che qui si tratti per avventura di piccole porzioni celesti. L' epi-

ciclo di Mercurio sarebbe una sfera del diametro di 63 milioni di miglia: quel di Venere di 118. Gli epicicli de' pianeti superiori son poi tutti eguali, ed han ciascheduno 163 milioni di miglia di diametro. E queste son le sferette d'un pezzo solo, comunque invisibili ed impalpabili, che l'onnipotenza de' Tolemaici ha creato dal nulla.

364. La quinta contraddizione sarà, il negare che Venere e Mercurio s' aggirino intorno al Sole; mentre questo non allontanandosi mai gran fatto dai centri de' loro epicicli, il moto di que' pianeti per queste circonferenze è giramento puro e pretto d' intorno a quell' astro.

365. La sesta contraddizione consiste: nell' essere gli epicicli di Venere e di Mercurio grandemente diversi, e il deferente ugualissimo: mentrechè pel contrario gli epicicli di Marte, Giove, Saturno son tutti eguali, e ne' lor deferenti vi corrono sterminate disparità. Perchè tanta discrepanza di sistema in corpi della medesima specie? La discrepanza è poi in aperto a chi voglia gittar lo sguardo sulla tavola delle distanze dai pianeti alla Terra

in milioni di miglia (328). Quivi le distanze medie sono li semidiametri dei deferenti: la differenza poi tra la minima e la massima distanza è il diametro d' ogni epiciclo. Di che ognun potrà leggiermente capacitarsi, se tornando all' esempio dell' oriolo, e ponendo co' Tolemaici la Terra giacer presso al centro della mostra, rifletterà che quando il pianeta perviene alla parte più alta dell'anello, allor si dilunga il più dalla Terra; e quando arriva alla parte più bassa, allor si dilunga il meno: la differenza delle due lontananze è appunto il diametro dell' anello.

366. La settima ripugnanza si è: che il Sole, nell' annua supposta sua girazione d' intorno alla Terra, dovrà passare per l'epiciclo di Marte; giacchè la parte inferiore di questo epiciclo è lontana da noi solamente 42 $\frac{1}{2}$ milioni di miglia, e la superiore 205 $\frac{1}{2}$, mentre che il Sole ci sta da lungi 81 $\frac{1}{2}$. Ora la sfera di Marte compie il suo giro d' intorno alla Terra in mesi 22 $\frac{1}{2}$; e il Sole in 12. Questo luminare dee dunque raggiugnere quella sfera ad ogni due anni circa. Or come potrà la gran mole del Sole

passar pel ventre di essa, quando fosse vero ch' ella sia d' un pezzo solo? Imperocchè durando il transito quasi sei mesi, per tutto questo tempo il corpo solare ed una porzione uguale dell' epiciclo di Marte saranno compenetrati insieme, val a dire occuperanno entrambi uno stesso spazio, il che de' corpi è impossibile. Non ha dunque la sfera di Marte alcuna proprietà che la distingua dal puro spazio, voto d'ogni materia, e incapace di legame tra le sue parti.

367. Finalmente l'ottava contraddizione sarà: se la quarta e la settima provano chiaramente, le sfere de' pianeti esser macchine immaginarie; come potremo supporre che v' abbia qualche ragion sufficiente, perchè un pianeta si volga d' intorno ad un punto fantastico, qual è il centro del suo epiciclo? Più: il moto non può attribuirsi che alle sostanze; lo spazio è, di sua natura, immobile: come dunque quel centro, ch' è un punto mental dello spazio, si moverà d' intorno ad un altro punto consimile, qual è il centro del deferente? Sì fatti punti, del tutto privi d' ogni attributo delle sostanze, come avranno possanza di tenere obbli-

gati que' movimenti attorno di sè? Che strana dottrina è mai questa! Corpi reali, potentissime moli, che tendono a punti fittizj! punti fittizj, dotati di moto, e capaci di tirar seco potentissime moli, comecchè separate da essi a distanze immense! e moti, infine, di cotai punti immaginarj tendenti ad altri punti immaginarj!

368. Ma una congerie così mostruosa d' assurdità fisiche valeva poi ella a ottenere l' intento d' esplicare i fenomeni pienamente? Legga l' *Almagesto* del P. Riccioli chi vuol vedere quante eccezioni, quant' altre ipotesi bisognano ancora, per accostarsi a rappresentare in qualche modo le celesti apparenze. Sì, *in qualche modo*: poichè il medesimo Autore, quando imprese a distendere nella sua *Astronomia riformata* le tavole de' moti celesti, *non* potè mai venir a capo di renderle mediocremente concordi con le osservazioni, se non giovandosi, in atto pratico, del moto annuo della Terra secondo l' ipotesi Copernicana (*Dechales in mundo mathem.*), quantunque da lui combattuta col discorso ad ogni possa. Nè il *mediocremente* deve imputarsi a difetto di questa ipotesi, ma

bensì delle cognizioni di quel tempo; in cui essa non era per anco stata collegata col sistema Neutoniano dell' attrazione universale.

369. Tante sono le difficoltà a far quadrar colle osservazioni il sistema Tolemaico, che i propugnatori di esso furon costretti ricorrere a più altri epicicli. Il centro del secondo dovea camminare per la circonferenza del primo: il centro del terzo su quella del secondo: e così successivamente. Il pianeta era confinato a passeggiar lento lento nella circonferenza dell' ultimo. Di questo modo a rappresentare un pò meglio il vero andamento de' pianeti, qual traluceva dalle osservazioni, bisognava, per ogni pianeta, una dozzina di sfere immaginarie, ciascuna delle quali dovea dottamente aggirarsi attorno ad un punto diverso; questi punti essendo fittizj, e così privi d' essenza, come il sistema di ragion fisica. A vista di tanta farragine di pezzi nella struttura mondiale, corrucciato altamente Alfonso X, Re di Castiglia, soprannomato il Saggio, e versatissimo nell'astronomia, proruppe in quel detto, temerario invero, ma pur calzante al fantoccio delle ipotesi Tolemaiche:

se fossi stato chiamato a consiglio, quando Iddio creò l'universo, la macchina sarebbe stata molto più semplice.

370. Or quale semplicità potrebbe mai l'intelletto umano escogitar maggiore di quella, che splende nel sistema Copernico-neutoniano? Tre soli principj bastano a render ragione di tutti i fenomeni, ed a figurarli esattissimamente. I. La Terra è un pianeta: II. ogni pianeta ha ricevuto una prima spinta: III. ogni corpo celeste gravita verso tutti gli altri. Di queste tre ipotesi niuna è che ripugni, anzi non sia grandemente consona alla sana fisica. Parla il cielo ogni dì a confermarle: non ancora ha parlato una volta sola a combatterle. Di questa asserzione lealissima il Trattato presente sarà una prova perpetua.

371. La Terra dunque, giusta il Copernico, circuisce, non già qualche punto immaginario, ma il Sole, corpo smisuratissimo, e quindi capace, con la prepossente sua forza attrattiva, di contenere i pianeti nel moto curvilineo, i quali altrimente s' involerebbero per moto rettilineo in virtù della prima impulsione. Ciascun

pianeta cammina nel suo orbe proprio, il qual è un solo per ogni pianeta; e a render ragione puntuale de' movimenti di lui non è d'uopo fabbricar di fantasia, non che una dozzina di sfere chimeriche, ma nè pur una. Secondo Copernico, i pianeti più lontani dal Sole mettono maggior tempo a compiere il loro giro: ciò è ben ragionevole; percorrono un orbe più grande. Secondo i Tolemaici, tutti i corpi celesti girano ad ogni 24 ore d' intorno alla Terra: nel medesimo tempo i vicini come i lontani, come le stelle rimote a distanze immense (283); v'ha egli concetto più degno del soprannome d' assurdo? Che la Terra possa obbedire a due movimenti ad un tratto; l' uno d' intorno al Sole in un anno, l' altro d' intorno al proprio asse ogni giorno; questa ipotesi Copernicana non patisce difficoltà, dopo gli esempj di Venere, Marte, e Giove (Cap. XIII, Cap. XV), ed avendo noi sotto gli occhi una specie di que' moti congiunti, in ogni ruota di carrozza, ed in ogni palla sospinta a correre sul terreno.

372. Delle altre obbiezioni, che furono fatte al moto annuo della Ter-

ra, niuna merita esser nè meno commemorata, quando non fosse, per rispetto del gran Ticone, quella che più pesava nell' intendimento di lui: cioè, ammettendo esso moto, esser di necessità confessar la distanza delle stelle da noi così smisurata, che va all' incredibile. Imperocchè ci appajono fisse nelle respettive lor sedi, come se le guardassimo sempre da un luogo stesso senza moverci punto: eppure a qualunque istante la Terra, e con lei l' occhio nostro, debb' esser lontana, giusta il Copernico, ben 160 milioni *di miglia dal sito* celeste, per cui trapassò sei mesi innanzi; bisogna per tanto che tutta quella moltitudine di milioni sia come uno zero in comparazione al dilungamento delle stelle dal globo terrestre. Sì fatta istanza saria calzante, se la profondità de' cieli avesse un confine a noi cognito; e se non fosse stoltezza e temerità limitare lo spazio all' Autore della natura.

373. Opponeva Ticone altresì: se le stelle giacessero sì enormemente rimote, a che pro saria voto cotanto spazio, da Saturno in là sino ad esse? Ma nè Ticon s' avvisava del gran numero di comete, scoperte dopo l' età

di lui, e che travalicano quelle vaste regioni per ogni verso: nè fu accorto a bastanza per sospicare, ch' oltre i pianeti allor noti, ve ne fosser degli altri, non raggiunti per anco dal breve acume dell' umana vista; de' quali uno è appunto Urano od *Herschel*, raffigurato pochi anni fa, ed a cui spetta correre le provincie celesti a distanza doppia di quella di Saturno dal Sole.

374. Altri adduceano: che se la luna va in giro intorno la Terra, siccome niun dubita; quando questa non rimanesse ferma, si staccheria dalla luna, mediante il moto annuo, de' bei milioni di miglia, tanto che non potremmo nè men discernerla. Ma questa obbiezione risolvono Giove e Saturno, che da noi son veduti accerchiare il Sole, tirando seco il corteggio de' satelliti, che s' aggirano intorno di loro. Allo stesso modo potrà la Terra obbligar la luna a seguirla.

375. Il moto annuo del nostro globo è dunque afforzato da tante ragioni di convenienza, d' analogia, di maravigliosa semplicità di sistema, e di mostruosa complicazion del contrario; non che liberato sì fattamente da ogni difficoltà scientifica, che niente

gli manca a godere dell' evidenza fisica.

376. Quanto poi alle opposizioni accattate dalle Sacre Scritture, le stesse difese che abbiamo addotte (Cap. XV) pel moto diurno, vagliono pure ai Copernicani nell' uopo presente. Aggiungerò bensì, fin dal Giugno 1665 esser pubblico nelle transazioni Anglicane un rescritto del P. Fabri Gesuita e Penitenziere in San Pietro di Roma, dicente: che qualunque volta venga prodotta dimostrazione del moto terrestre, *nullo modo dubitabit Ecclesia*, la Chiesa non esiterà a dichiarare, que' luoghi delle Scritture, che allegansi in prova della quiete della Terra, doversi intendere in senso figurato e non nel letterale.

377. Or le dimostrazioni dirette e positive sono state trovate; e sono, non che una, ma due: l'attrazione universale; l' aberrazion delle stelle.

378. La prima dimostrazion positiva ed urgente, a favor del moto annuo della Terra, consiste nella verità dell' attrazione universale, scoperta dal Neuton, e comprovata a capello mirabilmente, da tutti li fenomeni celesti; con la quale è impossibile conci-

liare l' immobilità della Terra, e l' annual conversione del Sole d' intorno a lei. Imperocchè essendo per osservazione li movimenti d' ogni pianeta perfettamente correlativi agl' impulsi di tendenza scambievole, come potrà la Terra esser sola, tra i corpi del mondo solare, la qual non obbedisca alle leggi comuni? Il che tanto meno è credibile, quanto che il girar della luna, d' intorno a lei, si conforma puntualmente alle regole della gravitazione mutua tra di esse. Inoltre se quest' azione scambievole obbliga a girare, non già la Terra d' intorno alla luna, ma bensì questa d'intorno a quella, cioè il più piccolo corpo attorno al maggiore; come si potrà poi ammettere, che l' attrazion vicendevole tra Sole e Terra vaglia a smuover l' immenso corpo solare, e non vaglia punto nè poco a sconciare dal Tolemaico riposo il picciolissimo globo terrestre? Che se in forza della tendenza reciproca dovesse il Sole aggirarsi d' intorno alla Terra, perchè non dovrà egli parimente aggirarsi d' intorno ad ogn' altro pianeta? Quindi è tanto sicuro il moto annuo del globo nostro, quanto è la gravitazione universale di tutti i corpi ce-

lesti l' un verso l' altro. Nè venga alcuno per avventura a disputar dei vocaboli. Cui non piace attrazione, dica tendenza, dica gravità. Ogni sasso, cadente dall' alto, basta a provare, che la materia d' ogni corpo celeste dee gravitare verso la Terra, e la Terra gravitar verso ognuno d' essi. Ma poichè dell' essenza di questo sistema dovrem già trattare appositamente, allora spiccherà in maggior lume la sua certezza.

379. Ma la seconda dimostrazion positiva del moto annuo del globo nostro è del tutto irrefragabile. Dessa è l' aberrazion delle stelle: cioè una mutazione apparente di luogo, diversa per ogni stella, e perfettamente concorde colle sembianze, che dee generare il moto unico della Terra. Se non che siam costretti pur di questo fenomeno differire alquanto la spiegazione, non essendo accumulate ancora in quest' Operetta le cognizioni tutte, che son necessarie ad intenderlo. Ciò nondimeno ci lusinghiamo d' avere amministrate a favor del moto annuo della Terra assai prove, più che non bisognano, per convincere ogn' intelletto non pertinace. E però quind' innanzi terremo per dimostrato, quanto lice

ad umano sapere: che la Terra è un pianeta, dotato di due movimenti, l'un di rivoluzione in un anno d' intorno al Sole, l' altro di rotazione ogni dì circa il proprio asse.

CAPITOLO XIX.

Delle orbite de' pianeti.

380. NE' Capitoli XV, XVI si è dimostrato, ch' ogni pianeta gira d' intorno al Sole, e che in così fatto giro non descrive un cerchio. Or fa d' uopo investigare, qual sia la figura dell' orbe, che i pianeti camminano, quali le dimensioni, la posizione, e le proprietà.

381. Dopo avere, coi mezzi esposti (302, 303), determinato moltissimi punti del sentiero d' un *pianeta*, han potuto gli astronomi segnar questi punti sopra una carta, così nelle diritture, come nelle convenevoli distanze da un altro punto che figurava il Sole: e tirata una linea per que' punti, s' accorsero ch' essa circoscriveva figura ovale, o (a dir più giusto) di ellisse. Ogni osservazione,

ogni computo confermarono questa grande scoperta dell' immortal *Keplero*: e s' ebbe finalmente per indubitato, ch' ogni pianeta, nel suo girare d' intorno al Sole, descrive un' ellisse. Or facciamo d' intender bene questa figura.

382. Piantate due aghi nella regione di mezzo d' un tavolino, a qual distanza volete un dall' altro. Prendete un filo, che sia più lungo di quella distanza, ma non maggiore di qualsivoglia lato del tavolino. Appiccate *al piede* d' uno degli aghi un de' capi *del filo*, *l' altro* all' altro. Pigliate un terzo ago, e con esso stirate *il filo* quanto potete. Fate strisciare sul tavolino la punta di quest' ago, tenendol diritto ed il filo sempre stirato. Quando quest' ago abbia compito un giro intero d' intorno agli altri due, la *punta di esso* avrà segnato sul tavolino una *ellisse*: avvertite solo di non accavallare il filo sugli aghi fissi.

383. Spiccate i due aghi, e tirate una linea retta, che passi per li due punti ove stavano fissi, e termini da una parte e dall' altra nella circonferenza della figura; quella linea si chiama *asse maggiore* dell' ellisse: esso

è lungo precisamente quant' è la lunghezza del filo. Il punto di mezzo di questa *linea* è il punto di mezzo tra li due aghi; è il punto di mezzo della figura; e si nomina *centro* dell' ellisse. Di fatti ogni linea, che passa pel centro, e finisce nella circonferenza da una banda e dall' altra, è divisa per mezzo dal centro; e con termine generale si chiama *diametro*, poichè divide sempre l' ellisse in due parti uguali. Il diametro più grande di tutti è l' asse maggiore: quel diametro, che taglia l' asse maggiore a squadra, è il più corto di tutti, e si appella *asse minore*. I punti, ove stavano piantati i due aghi, si dicono *fochi* dell' ellisse. Egli è chiaro, che la prescritta operazione sul tavolino, si può eseguire sopra una carta ben distesa; e in vece dell' ago mobile, adoperare una punta di matita, la qual segnerà la figura.

384. La denominazione de' *fochi* proviene da questa proprietà dell' ellisse: che se in una camera, per esempio, le cui pareti vadano in giro a forma ellittica, si pianti nell' un de' fochi una torcia accesa; quella fascia della parete, tutt' all' intorno, la qual

corrisponde in altezza alla fiamma, riverbera il lume da tutti i suoi punti all' altro foco, nella medesima altezza; tanto che se sia quivi una palla di forbito metallo, l'unione di tanti raggi la fa risplendere d'un chiaror vivacissimo.

385. Nelle orbite de' pianeti, il Sole occupa col suo centro l' uno de' fochi. Questo punto è dunque comune a tutti gli orbi planetari. Ed ecco fatto il Sole degnamente e necessariamente animatore e legame, e virtual centro di tutto il sistema.

386. L'altro foco è vacuo ed inutile: se non che gli appartien questa proprietà; che un osservator quivi posto, vedrebbe il pianeta camminar sempre con eguale velocità appresso a poco: imperocchè la maggior lontananza gli farebbe creder più lento il moto del pianeta, allor quando in realtà è il più rapido nelle sue vicinanze al Sole; e la maggior propinquità gli farebbe creder più celere il moto del pianeta, allor quando in realtà è il più tardo nelle sue lontananze dal Sole. Gli eccessi così compensati conducono le apparenze del moto a poco men che perfetta uniformità.

387. Ogni pianeta percorre una ellisse di dimensioni diverse da ciascun altro. E' facile da capire, e da mettere a prova; che quanto i due fochi, o i due aghi, son più vicini uno all' altro, tanto più l' ellisse s' accosta ad essere un circolo: e quanto i due fochi son più distanti tra loro, tanto l' ellisse divien più schiacciata.

388. La distanza di ciascun foco dal centro si appella con opportuno vocabolo *eccentricità*. I punti estremi dell' asse maggiore si dicono *apsidi*. Di questi due punti uno è, in tutto l' ambito, il più vicino al Sole, e si chiama *perielio*; l' altro è il più lontano, e si dice *afelio*: voci greche significanti appunto la verità del fatto. La distanza del Sole dal pianeta, e così ancora la linea che la rappresenta, cioè che si conduce dal foco, ove ponsi il Sole, a qualunque punto della circonferenza nel qual si voglia considerare il pianeta, si denomina *raggio vettore*.

389. Dalle precedenti costruzioni e definizioni si rende manifesto, che l' un qualsivoglia dei fochi divide l' asse maggiore in due parti ineguali. La minore si è quella che va dal Sole al

perielio, la maggiore si è quella che va dal Sole all'afelio, e supera la prima di quanto importa quel pezzo che sta interposto tra li due fochi. Ne viene di conseguenza, che sommando insieme le distanze minima e massima di un pianeta dal Sole, si ottien la lunghezza dell' asse maggiore dell' orbita di quel pianeta; del qual asse pigliando la metà, si conseguisce la distanza media tra la minima e la massima: quest' è ciò che abbiamo già fatto nel Cap. XVI.

390. Or procediamo ad un' altra operazione. In vece di sommare le distanze minima e massima, si detragga la prima dalla seconda; ciò che rimane, sarà la distanza di un foco dall' altro: la qual, dimezzata, dà la distanza d' ognun de' fochi dal centro, o sia l' eccentricità. Quando però dal gran numero delle osservazioni han potuto gli astronomi ricavar la grandezza delle distanze minima e massima d' un pianeta dal Sole (320), allora prendendo la metà della differenza di queste distanze, sono venuti in cognizione della quantità dell' eccentricità dell' orbita d' ogni pianeta, cioè di quanto sia lontano dal Sole il centro dell' orbita.

391. Espongasi tosto il valore di queste eccentricità in tre maniere. Il primo valore è relativo al semiasse maggiore dell' orbita della Terra supposto 100000 in genere (322): il secondo valore è assoluto in milioni di miglia, e questo si cava dal primo agevolmente a quel modo che adoperammo (324) per computar le miglia delle distanze medie: il terzo poi è in parti millesime del semiasse maggiore dell' orbita rispettiva; cioè supponendo questo composto di mille porzioni eguali, si espone quante ne abbraccia l' eccentricità.

Eccentricità de' pianeti.

	Valore generico.	Milioni di miglia.	Millesime del semiasse.
Mercurio	7955	$6\frac{1}{2}$	206
Venere	498	$0\frac{2}{5}$	7
Terra	1679	$1\frac{1}{3}$	17
Marte	14184	$11\frac{1}{2}$	93
Giove	25013	$20\frac{1}{2}$	48
Saturno	53640	$43\frac{3}{4}$	56
Herschel	89555	73	47

392. Dovendosi valutar la grandezza dell' eccentricità per compara-

zione alla grandezza dell'orbita, o sia del semiasse maggiore, apparisce che l'orbita più eccentrica, e vale a dire la più schiacciata, è quella di Mercurio, la meno quella di Venere; quelle di Giove e di Herschel sono consimili nello schiacciamento.

393. Avverto che la soprannotata eccentricità d'Urano od Herschel non è quella, che *Lalande* registra insieme con le precedenti al num. 1278 della sua terza edizione dell' *Astronomia*, ma quella bensì ch' egli stesso ha poi adottato nelle Tavole annesse all' edizione medesima; e che sono lavoro di *Delambre*. Questo ed altri elementi del novo pianeta ritornano così a quelli determinati in Italia, primieramente dall'Ab. Caluso nelle tavole presentate all'Accademia di Torino fin dall'Aprile 1787; poi nella dotta teoria di Urano pubblicata dall'Ab. Oriani in Milano nel 1789.

394. Niuno si maravigli, se avvenga il bisogno di simili correzioni negli elementi d' un pianeta, scoperto pochi anni fa. Ciò nulla scema alla fede intera che meritano gli elementi certissimi degli altri pianeti, de' quali abbiamo più secoli d' osser-

vazioni. Alla stessa sicurezza invariabile giugneranno col tempo gli astronomi, anche pel novo pianeta Herschel, quando sarà stata osservata almeno una delle sue rivoluzioni. Ma questa richiede il corso di 84 anni, e van li 21 soltanto da che fu scoperto.

395. Se in vece di 206 millesime si pìglino due decime (il che appresso a poco è lo stesso) per la grandezza dell' eccentricità di Mercurio relativamente alla distanza media; e si prenda un filo di qual lunghezza si voglia, e si piantino due aghi distanti tra loro la quinta parte di questo filo; appiccando gli estremi d'esso agli aghi, e operando com' s'è detto sopra, si descriverà una figura, molto rassomigliante all' orbita di Mercurio. Per tal maniera i numeri della terza colonna possono servire a disegnare le altre orbite con proporzione al vero.

396. Al presente siamo in grado di compiere la promessa fatta (329) circa le distanze minime e massime de' pianeti dalla Terra. Sommando insieme i milioni di miglia della tavola precedente, corrispondenti alle eccentricità della Terra e d' un pianeta, si diffalchi la somma dalla distanza mini-

ma del pianeta stesso (328), e si otterrà la distanza più piccola tra le possibili: si aggiunga la somma alla distanza massima, e si conseguirà la maggiore tra le possibili. Per esempio, la somma per Mercurio dà 8 milioni circa, coi quali la distanza minima diviene 42 milioni di miglia, e la massima 124. La ragione di questa operazione non è difficile da intendere. Se quando Mercurio capita di mezzo tra il Sole e la Terra, si combini, che allora la Terra si trovi nella massima sua vicinanza al Sole, e Mercurio nella massima lontananza da esso; senza dubbio la Terra e Mercurio saranno prossimi tra di loro, quanto più il posson essere.

397. Passiamo ora a determinare la grandezza dell' asse minore nelle orbite de' pianeti. Questo si trova per computo, moltiplicando la distanza afelia con la perielia, e dal prodotto estraendo la radice quadra. Per esempio, aggiungendo l' eccentricità di Mercurio 7955 alla distanza media 38710, la somma 46665 è la distanza afelia; sottraendo invece d' aggiungere, il residuo 30755 è la perielia: moltiplicando 46665 con 30755, il prodotto è

1435182075, da cui estratta la radice quadra, emerge 37884, ch' è il semiasse minore di Mercurio. Operando similmente, si troverà il semiasse minore d' ognuno degli altri pianeti, del valor seguente.

	Distanza afelia.	Distanza perielia.	Semiasse minore.
Mercurio	46665	30755	37884
Venere	72831	71835	72331
Terra	101679	98321	99986
Marte	166553	138185	151708
Giove	545292	495266	519678
Saturno	1007712	900432	952564
Herschel	2007917	1828807	1906018

398. Volendo le quantità di questa tavola in milioni di miglia, si piglieranno (328) le distanze medie in milioni di miglia, e vi si aggiungeranno e diffalcheranno le rispettive quantità, tolte (391) dalla seconda colonna dell' eccentricità: si otterranno così le distanze afelia e perielia. Per avere il semiasse minore, si farà una regola del tre, come segue: se 100000 distanza media della Terra dal Sole importa 81 $\frac{1}{2}$ milioni di miglia, quanti milioni varrà il semiasse minor di Mercurio 37884? Allo stesso modo si opererà per tutti gli altri.

399. Tosto che in una ellisse son conosciuti l'asse maggiore e la distan-

za de' fochi, si può computare accuratamente la tirata della sua periferia: ma questo computo non è da tutti; laonde non posso dire in qual modo si faccia. La periferia si riduce in miglia con la stessa regola del tre indicata or ora. Questa quantità di miglia, essendo divisa pel numero de' giorni, ch'ogni pianeta spende a percorrer l'orbita (314), si vengono a sapere le miglia, che ciascun d' essi trascorre in un dì, supponendo che viaggi sempre con moto equabile. Dividendo poi queste miglia diurne per 1440, che sono i minuti compresi nelle ore 24 della giornata, se ne traggon le miglia, che ciascun pianeta trapassa in un minuto con la sua velocità mezzana. Delle ineguali celerità parleremo poscia: intanto sull'ipotesi delle uniformi esponghiamo la seguente tavola.

	Periferia relativa.	Periferia in miglia.	Moto diurno in miglia.	Miglia in un minuto.
Mercurio	240634	196129288	2229322	1548
Venere	454478	370424260	1648522	1145
Terra	628274	512077800	1401968	974
Marte	955287	778610900	1133383	787
Giove	3267121	2662882000	614615	427
Saturno	5989876	4882074400	453763	315
Herschel	12046853	9818842200	319957	222

400. I numeri della prima colonna suppongono 100000 (322) la distanza media dalla Terra al Sole. Nella seconda colonna si possono trascurare i sei ultimi numeri d' ogni linea: dicendo per esempio; l' orbita di Giove è lunga 2663 milioni di miglia. L' incertezza di questa misura è sei volte maggiore di quella che abbiam definita (325) sulla distanza media d' ogni pianeta dal Sole: poichè l' ambito di queste ellissi vale circa sei volte il rispettivo semiasse maggiore. Per conseguenza il maggior fallo possibile nei 2663 milioni può consistere in 30.

401. La terza e la quarta colonna dimostrano poi, che i pianeti camminano con maggior velocità quanto più son vicini al Sole: e questo è un argomento di fatto per dar a capire anche agl' idioti, che il Sole ha una possanza sul moto dei pianeti. Si dimostra matematicamente, che *le velocità di due pianeti*, in tempo eguale, *debben essere in ragione inversa della radice quadra delle loro distanze dal Sole*. Vedesi, per esempio, dalla tavola (322), che la distanza media di Saturno è maggior nove volte e più, di quella della Terra. Ponghiamo 9 esattamente,

che il soprappiù poco nuoce: sarà 1 quella della Terra. Ora la radice di 9 è 3, la radice di 1 è 1. Deve dunque essere la velocità della Terra tre volte maggiore della velocità di Saturno. In fatti nel tempo d' un minuto la Terra corre 974 miglia, e Saturno 315: quest' è un poco meno del terzo, a cagione che la distanza è un poco più di 9. La stessa legge può verificarsi da ogni arimmetico negli altri numeri. La medesima, siccome relativa al moto equabile, diversifica da quella, di cui parleremo or ora, e che è relativa al moto ineguale.

402. La velocità mezzana, esposta nella tavola (399), si avvera in due punti solamente dell' orbita; cioè quando il pianeta si trova in una distanza dal Sole, media proporzionale tra il semiasse maggiore e il minore. Nelle distanze maggiori la celerità è minore; nelle minori maggiore: si può valutarla sempre *in ragione inversa delle distanze* medesime. Essa è giustamente tale nel perielio e nell' afelio. Nel primo caso, cioè quando la Terra è nella maggior prossimità al Sole, il che accade al fin di Dicembre, il moto di lei va a 990 miglia

in un minuto: nel secondo, cioè quando la Terra è nella sua maggior lontananza dal Sole, il che succede all' entrar di Luglio, il moto di lei si riduce a 957 miglia in un minuto. Corre dunque la Terra, nell' intervallo d' un' ora, duemila miglia di più nell' inverno che nella state. E noi, ad ogni battuta di polso, siamo portati per 16 miglia negli spazi celesti, senza che l' abitudine ci permetta sentire questa furia di moto, col qual nasciamo e viviamo. Che se maraviglia ci prende, perchè il globo terrestre valichi i cieli con tanta rapidità; quanto più non dovremo d' alto stupore esser colti, considerando che un cotal moto venne attribuito per molti secoli al Sole, comecchè egli sia grosso (243) un milione trecento mila volte più della Terra? Ricordandoci poi (276), che il nostro moto di rotazione è di 15 miglia per minuto, nelle regioni sotto la Linea, saremo istrutti che il moto annuo del nostro globo è 64 volte più celere del suo moto diurno nell' equatore.

403. Figuriamoci adesso d' esser nel Sole, e guardiamo la Terra, che gira intorno di lui per la circonferen-

za d' una ellisse, della quale egli siede in un foco. Supponiamo che la Terra parta dal punto della massima sua lontananza dal Sole, cioè dall'afelio. Immaginiamoci di tenerla con una corda, la qual si anderà via via scorciando e cadendoci a' piedi, giacchè da quel punto infino all'opposto apside, ch'è il perielio, la Terra si accosta del continuo al Sole (383). Tutto lo spazio celeste, successivamente occupato dalla corda nelle prime 24 ore (considerata per altro come una verga inflessibile, la qual rappresenta la linea retta che abbiamo denominata (388) *raggio vettore*) dev' essere uguale allo spazio traversato nelle seconde 24 ore, e così in qualunque altro de' giorni dell' anno. Questa si chiama la legge delle *aje proporzionali ai tempi*; altra scoperta del gran Keplero, assicurata dalla concordia de' computi con le osservazioni. Se la Terra facesse, il secondo giorno, egual viaggio del primo, non ci sarebbe l' uguaglianza delle aree, poichè la corda, più corta il secondo dì, occupa camminando meno spazio celeste di quel che ha fatto nel primo. Ma perchè la Terra il secondo dì fa cammino un tantin

più lungo del primo, si ricompensa in tal modo lo spazio perduto per lo scorciamento della corda: ed è verità di fatto e di geometria, che in tempi eguali, anche lontani un dall' altro quanto si voglia, così in un giorno di state, come in uno di verno, le divisate aree sono perfettamente uguali. Quest' è una proprietà essenziale del moto planetario, che non conveniva ch' io lasciassi ignorare, e di cui si vedrà in altro tempo la necessaria coerenza col sistema generale.

404. Non ci partiamo ancora dal Sole; ma supponghiamo che la linea degli apsidi, o sia l'asse maggiore dell' orbita terrestre, sia una verga la qual rimanga nel suo sito, intanto che la corda si scosta. La verga e la corda faranno un angolo: ma bisogna immaginarci di star nel centro del Sole, che è dove passa la linea degli apsidi. Allora la verga sarà come uno stecco di ventaglio, la corda un altro: del qual esempio ci siam valuti (60), per dar ad intendere che cosa sia angolo. Esso nel caso presente si chiama l' *anomalia vera*. E se supponghiamo un' altra Terra la qual faccia ogni giorno egual viaggio, cioè il me-

dio, di 974 miglia per minuto, veduto sopra; questa seconda Terra avanzerà la prima, in tutto il corso dall' afelio sino al perielio: l' angolo poi, che farà in qualunque tempo la corda, attaccata alla seconda Terra, con la verga degli apsidi, si appelli *anomalia media*. La differenza delle due anomalie, vera e media, suole denominarsi *equazione dell' orbita*, o vero *equazione del centro*.

405. Se i pianeti andassero per un cerchio, tenendo sempre la stessa distanza dal Sole, niuna cagione ci avrebbe perchè il loro moto non fosse equabile, e per conseguente non vi sarebbe differenza d' anomalie. Rettamente però si noma *equazione dell' orbita*, quella differenza che nasce tra le due anomalie a motivo della varietà nelle orbite, ellittica e circolare: rettamente *equazione del centro*, perciocchè nasce dalla varia distanza del centro dell' orbite dal sito del Sole. Quant' è più schiacciata l'orbita, quant' è più grande l' eccentricità, tanto è maggior la disparità fra le distanze afelia e perielia, tanto dev' esser maggiore la disparità fra il minimo moto ed il massimo, maggiore per conse-

guenza l' equazione dell' orbita, che dipende da questa disparità.

406. Abbiamo veduto (61, 65), come la grandezza degli angoli si misura per gradi, minuti e secondi. Con questa denominazione daremo per tanto la massima equazione del centro d' ogni pianeta. Essa ha luogo appunto nel sito, già dichiarato, della velocità mezzana di lui. Imperocchè dall' afelio insino a questo sito il moto vero essendo sempre minore del medio, le differenze giornaliere accumulate costituiscono la differenza totale o massima; la quale immediatamente dopo quel sito va decrescendo, atteso che arrivato il pianeta dalla velocità minima, che aveva nell' afelio, alla media, e tuttavia seguitando a crescer di celerità fin al perielio, gode per conseguente dall' anzidetto sito insino a questo d' una velocità maggior della media; e tal eccesso giornaliero va distruggendo a poco a poco l' equazione del centro, per quella stessa ragion de' contrari, con la qual si è formata. Ne' seguenti numeri la prima colonna contiene i gradi, la seconda i minuti, la terza i secondi.

Equazioni massime delle orbite planetarie.

Mercurio	23°	40′	0″	Marte	10°	40′	40″
Venere		47	20	Giove	5	30	38
Terra	2	55	27	Saturno	6	26	42
				Herschel	5	21	3

407. Esaurito quanto concerne la figura e le dimensioni delle orbite planetarie, resta ora da investigare ciò che riguarda la situazione di esse. A ciò fare immaginiamoci, che l' orbita terrestre sia tutta d' un pezzo, come quel foglio di carta su cui possiamo descriver l' ellisse rappresentativa dell' orbita stessa. La superficie di quella carta si chiama il piano dell' orbita; il qual passa pel centro del Sole, che giace in un de' due fochi della ellisse. Il piano si consideri fermo, mentre la Terra cammina per la circonferenza della ellisse. Concepiamo nel modo stesso altri fogli di carta, ciascun de' quali rappresenti il piano e la figura dell' orbita d' un pianeta. Ognuno di questi piani passa parimenti pel centro del Sole; ma con diverse direzioni ed inclinazioni uno all' altro. Bisogna dunque concepire che questi fogli di carta trapassino l' un

per l' altro di modo che il centro del Sole sia un punto stesso e solo di tutti insieme.

408. La prima determinazione che deve farsi, è la direzione in cui trovasi l' asse maggiore dell' orbe terrestre. Il problema è questo. Se un uomo fosse nel Sole, a quale stella vedrebbe corrispondere l' afelio della Terra? Questo afelio è una punta dell' asse il qual passa pel centro del Sole: perciò guardando dal Sole per la dirittura dell' asse, l' osservatore scorgerà a quale stella corrisponda l' afelio. Ciò è facile da sapere, senza saltar nel Sole. Quando gli astronomi s' avvedono, misurando co' loro ordigni il diametro del Sole; che questo diametro è il minimo, che osservino in tutto l' anno; sono sicuri che allora la Terra è nell' afelio, cioè nella massima sua lontananza dal Sole; perciocchè la lontananza, come ognun sa, fa vedere più piccoli gli obbietti. In tal congiuntura guardando a mezzanotte le stelle che sono nel meridiano, a quell' altezza dov' è passato il Sole a mezzodì, quivi è il vero punto del cielo, dal qual tirando una linea pel centro della Terra, anderebbe

be ad imbroccare il Sole. Il pezzo di questa linea, interposto tra la Terra ed il Sole, è appunto quella porzione dell' asse maggiore, la qual va dall' afelio a quel foco che n' è più discosto. Per l' anzidetto modo s' è conosciuto, qualmente un osservatore, il qual fosse nel Sole, vedrebbe l' asse maggiore dell' orbe terrestre batter dirittamente, se prolungato venisse sino alla region delle stelle, nel naso del Sagittario. Questo si chiama *il luogo* dell' afelio della Terra.

409. A dinotare i punti del cielo con numeri si fa poi così. Sul foglio di carta dell' orbita terrestre, preso per centro il Sole, si descrive un cerchio, il più grande che vi capisca: la superficie e la circonferenza di esso portano il nome di *eclittica*. Poscia prodotto, da una parte e dall' altra, l' asse maggiore dell' orbita, sin che vada a ferire la detta circonferenza, ne' due punti d' intersecazione si scrive; dalla parte dell' afelio 279° $\frac{1}{2}$, dalla parte del perielio 99° $\frac{1}{2}$. Quindi si divide la stessa circonferenza in 360 porzioni eguali, che appellansi *gradi*: ma con avvertenza, che ciascuna delle due intersecazioni testè

dinotate cada nel mezzo tra due contigue delle 360 divisioni, La prima divisione a sinistra, dopo il 99 ½, si contrassegna col 100; e quella, dopo il 279 ½, col 280. Quindi di dieci in dieci, o di cinque in cinque divisioni, come si voglia, si notano i numeri successivi, proseguendo sempre a sinistra. Dopo il 360, si ricomincia la numerazione da 1, 2, ecc. finchè si vada a ritrovare il 100 già collocato al suo luogo. Questi gradi, contati a sì fatto modo sull'eclittica, si dicono *gradi di longitudine*. Il 360 si può chiamare anche 0, poichè di là comincia il novero dei 360 procedendo a sinistra. I numeri debbono essere scritti fuori del cerchio, ed eretti tutt' all' intorno sopra la circonferenza, talmente che, tanto a scriverli quanto a leggerli successivamente, sia d' uopo girar di continuo il foglio. Ciò posto, il precetto della *sinistra* non ammette equivoco.

410. Se dal sito del Sole si tira una linea al punto segnato 0, ovvero 360; intendendola prolungata nel cielo, anderebbe essa a battere, secondo la verità di fatto, quasi nel mezzo, ma un poco più alto, in fra due stel-

le, chiamate la trigesimaterza de' pesci, e *jota* della balena. A qual punto del cielo abbia la mira l'asse maggiore dell'orbita terrestre, dalla parte dell'afelio, è già divisato sopra (408). Da quella del perielio, va a ferire poco discosto dalla stella *epsilon* de' gemelli: questo è il punto del cielo, diametralmente opposto al naso del Sagittario, tenendo il Sole il luogo di mezzo. Ecco determinata negli spazj celesti, per il tempo presente, la direzione dell'asse maggiore; e con tre punti *naso*, *jota*, *epsilon* la situazione del piano dell'orbita terrestre.

411. Lo stesso dovendo farsi per le orbite degli altri pianeti, han pensato gli astronomi di trasportar sulla nostra i punti richiesti di quelle, affin d'acquistare idee comparabili. A ciò fare, bisogna in prima sapere la linea, in cui l'orbita d'un pianeta, verbigrazia di Mercurio, trapassa e taglia l'orbita della Terra. Quando l'astronomo osserva Mercurio essere ad un livello coi tre punti soprannotati, conchiude che tal pianeta si trova allora nel piano comune ad essi, cioè nell'eclittica. Poniamo, che la longitudine di Mercurio sia, per es-

servazione contemporanea, stata determinata di 46°. Sul foglio dell' orbita terrestre si tira una linea, che dalla division di 46° passi pel Sole, e giunga all' opposto punto 226° nella circonferenza. Questo punto opposto, in cui parimente s' è veduto le mille volte comparir Mercurio ne' debiti tempi, fa indubitata prova, che i piani delle orbite planetarie hanno un punto comune a tutti, cioè il centro del Sole. Nell' anzidetta linea fendendo la carta, per quella fenditura dee trapassare l' orbita di Mercurio. Si tronchi e separi quest' orbita dal soperchio esterno della carta su cui è segnata, e si faccia entrare nel taglio in guisa, che il foco, ove siede il Sole nell' orbita di Mercurio, coincida con quello, che si è assegnato al Sole nella terrestre. Ecco mezz' orbita di Mercurio, giacente di sopra, e mezza di sotto della terrestre, come debb' essere. I punti poi, dove cade la linea del taglio nella circonferenza dell' eclittica, si chiamano i *nodi*. Laonde un nodo di Mercurio è a 46°, e l'altro a 226° di longitudine. Si appella *ascendente* il nodo, da quella parte dove Mercurio passa dalla mezz' orbita

inferiore alla superiore ; *discendente* l' altro, dove succede il contrario.

412. Ma non sappiamo ancora, qual sia l' inclinazione che deve darsi all' orbita di Mercurio, relativamente alla nostra. Anche questo ricavano molto bene gli astronomi, osservando il massimo alzamento sopra l'orbita terrestre, al qual si sollevi il pianeta, e così parimente il massimo abbassamento, sino al quale discenda di sotto. Misurano l'uno e l'altro per via d'angoli a questo modo. Pigliate un pajo di forbici. Apritele quanto vi piace, ma *verticalmente*, vale a dire a quel modo, come starebber le lame, se si appoggiassero entrambe ad una parete. Nel punto, ove queste s' incontrano, intendete appostato l' occhio dell' osservatore: che il filo della lama inferiore sia a livello col piano dell' eclittica, ed il taglio della superiore alzato quanto è mestieri per imberciare Mercurio. L' angolo, che fanno insieme quelle due lame, è l' altezza di Mercurio dall' eclittica: quest' altezza si nomina *latitudine*, e dicesi *geocentrica* perchè veduta dalla Terra. Per un osservatore, il qual fosse nel Sole, quell' angolo sarebbe maggiore: impe-

rocchè Mercurio è sempre più vicino al Sole che alla Terra. Ora l' altezza di un campanile, a cagion d'esempio, non ci appare ella più grande, quanto più siam vicini a quello? Ogni uomo, senza saper d' angoli, valuta quell' altezza per via dell' angolo, che fanno incontrandosi nell'occhio di lui li raggi visuali, che partono dalla cima e dal piede del campanile. La latitudine vista dal Sole si appella *eliocentrica*. Quando l' astronomo sa, come abbiam già veduto (316) saper ei molto bene, sotto qual angolo di distanza scorgerebbe Mercurio e la Terra, s' egli fosse nel Sole, facilmente ricava per computo, dalla geocentrica che osservar può, la latitudine eliocentrica cui non può per osservazione conoscere. La maggior delle latitudini eliocentriche definisce l' altezza massima dell' orbita di Mercurio dal piano dell' eclittica. Ella è di 7 gradi. Per costituire la carta in questa inclinazione appresso a poco, si misuri col compasso, o come si voglia, la distanza del Sole dal punto di mezzo del contorno della semiorbita superior di Mercurio (questo punto si chiama il *limite*, poichè ivi si avvera l' eleva-

zione massima); l' ottava parte della detta distanza sarà l' altezza, in cui deve stare quel punto stesso dal piano dell' eclittica.

413. Abbiamo trovato l' inclinazione che dar conviene al foglio dell' orbita di Mercurio. Manca solo, che fermo stando il sito del Sole, si giri esso foglio in guisa, che l' asse maggiore dell' orbita di Mercurio sia nella direzione corrispondente a quella che tiene realmente nel cielo. Ora è noto per osservazione, che la linea degli apsidi di Mercurio, allungata dalla parte dell' afelio, va a batter vicino alla stella A del Serpentario, e da quella del perielio, un poco sopra alla K del Toro. Si tiri per tanto una linea, che dai 74 gradi dell' eclittica passi pel Sole; e vada all' opposto punto de' gradi 254; questi numeri essendo appunto le longitudini delle citate stelle: cotal linea sarà nella direzione dell' asse maggior di Mercurio, trasportato sull'orbita terrestre.

414. Ma il foglio dell' orbita di Mercurio si può inclinare, direm così, o a parte dritta, o a parte sinistra. Dovete inclinarlo da quella banda, dove sovrasti alla linea, che va

dal Sole ai 74 gradi, non già dall' altra dov' è la rimanente linea, che va ai 254 gradi. Ciò fatto, girate la carta dell'orbita di Mercurio, fermo sempre il Sole al suo posto, finchè il perielio di essa sovrasti a perpendicolo sulla linea suddetta dei 74 gradi, e stia a quell'altezza, che abbiamo prescritto sopra. Allora è compita l'operazione per situare l' orbita di Mercurio secondo la verità relativamente all' orbita terrestre.

415. Per conoscer del pari la situazione delle orbite degli altri pianeti, conviene dunque sapere la longitudine de' loro nodi, quella degli apsidi, e la quantità dell' inclinazione. Eccole appunto nella tavola seguente, che può servir per dieci anni senza notabili errori.

	Nodo ascendente.		Afelio.		Inclinazione.		
Mercurio	45°	58′	254°	23′	7°	0′	4″
Venere	74	53	308	38	3	23	36
Marte	48	3	152	27	1	51	1
Giove	98	25	191	10	1	18	51
Saturno	111	58	269	6	2	29	45
Herschel	72	52	347	23	0	46	16

416. Per aver la longitudine del nodo discendente basta aggiungere 180 gradi a quella del nodo ascendente. Lo stesso deve farsi con la longitudine dell' afelio di Marte, per aver quella del perielio; ma per tutti gli altri pianeti, in vece di aggiungere, bisogna sottrarre 180 gradi dalla longitudine dell' afelio. In queste longitudini ho trascurato i minuti secondi, poich' esse variano del continuo, turbandosi alquanto il corso d' ogni pianeta per effetto dell' attrazione di tutti gli altri, siccome a suo tempo si mostrerà. *Ma nell' inclinazione*, ove i cangiamenti sono lentissimi, ho segnato esattamente i minuti secondi.

417. L' operazione, che abbiamo insegnato per Mercurio, servirà d'esempio per collocare convenevolmente la carta dell' orbita d'ogni altro pianeta, *mediante* i numeri della tavola esposta or ora. *Per riguardo* all' altezza dall' eclittica basti osservare, che appresso a poco l' inclinazion di Mercurio è doppia di quella di Venere, tripla di quella di Saturno, quadrupla di quella di Marte, quintupla di quella di Giove, nonupla di quella di Herschel. Quanto poi al piegar queste orbite,

piuttosto a dritta che a sinistra, si tenga per regola generale, che ognuna dev' esser inclinata da quella parte dell' eclittica, dove sono i gradi susseguenti a quelli del nodo ascendente.

418. La piccolezza degli angoli d' inclinazione fa vedere, che tutti i pianeti girano intorno al Sole dentro una fascia di cielo, larga soltanto 14 gradi relativamente agli osservatori che abitassero per avventura quell' astro. Ma come la maggior latitudine geocentrica di Venere può passare i nove gradi, così la larghezza della zona celeste, entro cui dalla Terra veggiamo aggirarsi i pianeti, e che appellasi *zodiaco*, dev' essere giustamente di gradi 18 $\frac{1}{2}$.

419. Sette sono gli elementi delle orbite planetarie. 1. L'anno, o sia il tempo della rivoluzion siderale: l'abbiamo data nel Cap. XV. 2. Il semiasse maggiore, o sia la media distanza dal Sole: sodisfa a questo il Cap. XVI. 3. L' eccentricità; donde nasce l'equazione massima del centro. 4. La longitudine dell'afelio. 5. Quella de' nodi. 6. L' inclinazione. Gli ultimi quattro son definiti sopra, nel presente Capitolo. 7. La longitudine

media del pianeta ad una data epoca; e ciò porgeremo immediatamente, insieme col moto medio giornaliero.

420. La *longitudine media* d' un pianeta è quel punto nel circolo dell' eclittica, al qual corrisponderebbe, per ogni momento che ciò si addomandi, il pianeta, visto dal Sole, se camminasse con moto equabile. L' equazione del centro è la differenza tra questo luogo ipotetico medio del pianeta ed il luogo vero. Quando l' equazione del centro fosse nulla, i due luoghi sarebbero dunque uno solo. Le dichiarazioni già date in questo stesso Capitolo circa tale equazione, fanno intendere che ciò avviene quando il pianeta è negli apsidi. La longitudine dell' afelio è dunque ad un tratto longitudine vera e longitudine media. Ad essa aggiungendo il moto diurno medio in longitudine, tante volte quante richiede un intervallo proposto di tempo, si ottiene la longitudine media a capo di quel tempo.

421. Per avere il moto diurno medio siderale, basterebbe divider la circonferenza intera, cioè 360 gradi, ovvero 1296000 minuti secondi, per l'anno *planetario* (Cap. XV). Ma il mo-

to diurno, che si adopera, è un pochetto maggiore, a cagione che i gradi di longitudine si contano dal punto segnato o, o pur 360, nel circolo dell' eclittica; il qual punto ci appare non esser fisso nel cielo, ma ritrocedere a destra ogni anno per la quantità di secondi 50 $\frac{1}{4}$: che è ciò che si chiama la precessione degli equinozj, della qual daremo contezza a suo luogo. Il pianeta, girando per l' orbita sua, viene dunque a rincontrar questo punto equinoziale (22) più presto, che non farebbe, se il punto medesimo fosse immobile. Volendo per tanto valutare il tempo della rivoluzion d' un pianeta, per rispetto a questo punto, siccome accade sovente doversi fare; convien diminuire l' anno planetario di tanti giorni, quanti il pianeta spende di meno a tornare al punto equinoziale, il qual viene ritrocedendo, come s' è detto, *mentr' ei fa il giro*. Esso tempo si chiama l' *anno tropico* de' pianeti; a trovare il quale si opera come segue.

422. Abbiamo, a cagion d' esempio, veduto (314, 315), esser l' anno sidereo di *Herschel* composto di 84 anni nostri, o più precisamente di

giorni 30688 $\frac{1}{2}$. Dividendo 1296000" per questo ultimo numero, emerge il moto medio sidereo quotidiano in secondi 42, centesimi 23. Ma il moto retrogrado del punto equinoziale, in ragione di secondi 50 $\frac{1}{4}$ per anno, monta in anni 84 a secondi 4221; i quali equivalgono quasi quasi al cammino del pianeta in 100 giorni. La rivoluzione tropica sarà dunque di giorni 30588 $\frac{1}{2}$ circa. Ma per averla esatta, in vece di computare il moto del punto equinoziale per anni 84, bisogna computarlo di novo per giorni 30588 $\frac{1}{2}$, o per anni 83, giorni 272 $\frac{3}{4}$; il qual numero d' anni e giorni si trova, dividendo li 30588 $\frac{1}{2}$ per li 365 $\frac{1}{4}$ che formano la durata appresso a poco dell'anno nostro, ragguagliato col bisestile. Ora in anni 83 e giorni 273 il moto di precessione ascende a secondi 4208, centesimi 27; la qual quantità, divisa per 42, centesimi 23, fa conoscere che il pianeta dovrebbe spendere giorni 99, centesimi 65, per farsi a compire la rivoluzion siderale. Dibattendo per tanto questi giorni dai 30688 $\frac{1}{2}$ della rivoluzione medesima, il residuo è la rivoluzione tropica, composta di giorni 30589; quantità prossima, che non

si conosce per anco esattamente. Dividendo ora 1296000. per questo numero, si ha più accuratamente il moto diurno medio tropico in secondi 42, centesimi 37.

423. Operando similmente per rispetto agli altri pianeti, si troveranno le rivoluzioni e i moti medj tropici, come nella seguente tavola, la qual contiene eziandio le longitudini medie per il giorno 31 Dicembre 1802 al mezzodì. Gli apici g, o, ′, ″ son già dichiarati (315). I numeri dopo la virgola sono decimi di secondo nella prima colonna, centesimi nella seconda.

	Anno tropico.				Moto diurno.			Longitudine media.		
	g.	o.	′	″	o	′	″	o	′	″
Mercurio	87	23	14	32,7	4	5	32,57	269	19	48
Venere	244	16	41	27,5	1	36	7,81	99	31	30
Marte	686	22	18	27,4		31	26,66	86	25	38
Giove	4330	14	39	2,0		4	59,20	172	50	21
Saturno	10746	19	16	15,5		2	0,59	159	46	0
Hersch.	30589						42,37	186	22	25

424. Col mezzo delle due ultime colonne si costruiscono le tavole de' pianeti; le quali danno la longitudine media d' ogni pianeta per qualunque

anno, giorno, ora, minuto, e secondo. Volendo, per esempio, la longitudine media di Marte, pel momento del mezzogiorno dei 10 Gennajo 1803, aggiungo a 86° 25′ 38″ (longitudine media di Marte, secondo la tavola, pel mezzodì del 31 Dicembre antecedente) 5° 14′, 26″, 6 che equivagliono al moto medio diurno 31′ 26″, 66 preso dieci volte, ed ho 91° 40′ 4″, 6 per la longitudine addimandata.

425. A saper poi la longitudine vera; cioè il sito preciso dov' è un pianeta in qualsivoglia istante, è d'uopo conoscer l' equazione del centro, corrispondente al luogo medio del pianeta per quell' istante. Ecco il modo di rinvenirla. Si detrae dalla longitudine media quella dell' afelio, aggiunti alla prima 360°, quand'è minore della seconda. Il residuo è l'anomalia media (404): come si può riscontrar facilmente sul circolo graduato dell' eclittica, nel foglio in cui s'è descritta l' orbita della Terra. Essendo note le dimensioni dell' ellisse, vi sono regole geometriche indubitate per conoscer l' equazione del centro, appartenente ad ogni anomalia media. Con queste regole è stata costrutta una

tavola, per ciascun pianeta, la qual somministra la detta equazione per ogni grado, minuto, e secondo d' anomalia. Mentre il pianeta cammina dall' afelio al perielio, l' equazion si sottrae dalla longitudine media (406): e quando cammina dall' afelio al perielio, l' equazione si aggiunge. Ciò che risulta è la longitudine vera.

426. Chi non ha tavole, nè sa le regole geometriche per questi computi, e pur brami avere un tal qual luogo vero del pianeta in qualunque tempo, basterà che determini l' equazione come or dirò. A buon conto, nell' afelio e nel perielio essa è nulla. All' incontro il suo massimo valore, che abbiamo esposto in una tavola (406), accasca in due punti: i quali si trovano, aggiungendo a 90°, o sottraendo da 270° li cinque ottavi dell' equazione massima. Per esempio li cinque ottavi di essa per Mercurio sono 15° circa: e però 105°, e 255° d' anomalia media sono i punti, appresso a poco, ne' quali si deve impiegar l' equazione massima. Quattro poi sono i punti d' anomalia, dove l' equazione del centro è la metà della massima: e questi si definiscono,

aggiungendo a 30° ed a 150°, e sottraendo da 210° e da 330° la terza parte dell' equazione massima. Similmente, aggiungendo a 48° ed a 131°, e sottraendo da 229° e da 312° la metà dell' equazione massima, si vengono a conoscere i quattro punti d'anomalia, dove l' equazione del centro monta ai tre quarti della massima. Avete per tanto dodici punti, nei 360 gradi d' anomalia, dove sapete prossimamente il valore dell' equazione del centro. Per ogni altro punto intermedio potete affidarvi alla regola del tre, senza timore di grave abbaglio. Eccovi un esempio.

427. Il terzo dell'equazione massima di Mercurio è appresso a poco 8°; e però nei 38° d' anomalia l' equazione del centro, in virtù delle regole date or ora, sarà la metà della massima, vale a dire 11° 50'. Sapete *inoltre che* a 0° d' anomalia, o sia nell' afelio, l' equazione è zero: dunque ella cresce 11° 50' nel corso dei primi 38° d' anomalia. Gli 11° 50' fanno 710', il qual numero diviso per 38, dà per quoziente 18 $\frac{2}{3}$. Sono dunque minuti 18 $\frac{2}{3}$, di cui riceve accrescimento l'equazione, ad ogni grado

successivo di anomalia. E però nel secondo grado l' equazione sarà $37' \frac{1}{3}$, nel terzo 56', e così discorrendo. Tal progressione uniforme non è certo consona esattamente alla verità: ma dentro un discreto tratto di gradi d' anomalia, il danno, adottandola, non è di momento per lo scopo presente. Di fatti nel tratto di 38°, eletto in esempio, il maggior errore va a 15' e succede nei 25° d' anomalia, poichè moltiplicando $18 \frac{2}{3}$ per 25 si ottiene 7° 47', invece di 8° 2', che è la vera equazione del centro.

428. Riman da notarsi, per norma in simili computi, che quando l' equazione è arrivata al suo massimo, di là innanzi va decrescendo finchè riducesi nulla: dopo di che torna a crescere sino al massimo, per quindi scemar novamente infino a zero.

Ed ecco esaurito tutto ciò che poteva insegnarsi relativamente alle orbite de' pianeti.

CAPITOLO XX.

Dell' Anno terrestre.

429. Parlerò in questo Capitolo della lunghezza del nostro anno; e delle suddivisioni di esso in mesi, giorni, ore, ecc. L' aggiunto *terrestre* mi è poi di necessità, a far distinzione dall' anno che nominai *planetario* (Cap. XV), e che per ogni pianeta è diverso. Per altro il nostro anno si appella per lo più dagli astronomi *solare*, seguendo il linguaggio antico delle apparenze, in conformità delle quali il moto annuo della Terra si attribuisce al Sole.

430. La misura del tempo importa ad ogni uomo. Per conseguirla convien ricorrere al moto. Se tutto nella natura fosse immobile, e conseguentemente immutabile, qual cosa potria distinguere un tempo dall' altro, od anzi qual cosa sarebbe il tempo? Niuna per certo. Ma a darci un' idea di lui, basta il solo mutare de' nostri pensieri. La rimembranza dei passati, la coscienza dei presenti, stabiliscono

due epoche diverse, per ciò disunite: l' intervallo che le disgiunge, ecco il tempo.

431. La divisione di esso in giorni fu per certo la prima a nascere nella mente degli uomini. Il levare ed il tramontare del Sole sono fenomeni, che percuotono i sensi solennemente. Chi potea non accorgersi della smisurata differenza dalla luce alle tenebre, chi non prevalersi de' loro periodici e sì frequenti ritorni?

432. *Giorno* significa propriamente presenza della luce; o sia quello spazio di tempo, che passa dal nascere al colcarsi del Sole: in questo senso viene anche detto giorno *naturale*, cioè determinato dalla natura. All' incontro si appella giorno *artifiziale* quel tratto di tempo, che separa due successivi nascimenti del Sole, o vero due successive cadute dall' orizzonte; quel tempo *in somma consecutivo*, che abbraccia un giorno naturale ed una notte.

433. Avverto, che nell' Enciclopedia si usan le voci, *naturale*, ed *artifiziale*, in significato contrario all' esposto. Io seguo Macrobio, Riccioli, *Bailly*, *Lalande*, ecc. E' mi sembra che *naturale* debba chiamarsi quell' inter-

vallo, che gli uomini non possono alterare; qual è senza dubbio dal nascere al tramontar del Sole. *Artifiziale* apparisce poi manifestamente il secondo, che ho definito sopra: poichè altre nazioni (che appresso nominerò) lo han preso da un mezzodì al susseguente; altre da una alla prossima mezzanotte; altre, come s' è detto, tra due successive apparizioni, o sparizioni del Sole.

434. La seconda divisione del tempo debb' essere stata quella de' *mesi*. Il ritorno periodico delle fasi lunari tira a sè l' attenzione potentemente, e pochi esser possono gli uomini, che vivano ignari delle avvicendate trasmutazioni d' un astro, il qual riempie di vaghezza di tratto in tratto lo stesso orror della notte. Da un plenilunio all' altro non sono poi tante le giornate d' intervallo, che non dovessero molti pigliar diletto di noverarle. Far ciò più volte, e nascerne il mese, è tutt' uno. Sono elleno in vero di numero frazionario, cioè 29 $\frac{1}{2}$ solamente: ma fatto il mese di trenta, sarà passato ne' primi secoli inosservato l' errore di mezza giornata, o più giustamente d' ore 11 $\frac{1}{4}$; e intanto la luna som-

ministrava una misura molto comoda del tempo.

435. Se non che l'intervallo d'un mese essendo anzi lungo che no, sarà poi nato il ripiego di quadripartirlo, seguendo prossimamente la norma di quelle fasi lunari, che più apertamente distinguonsi l'una dall'altra, e che sono, come ognun sa, Novilunio, Primo quarto, Plenilunio, Ultimo quarto: e ciò avrà prodotto l'invenzion delle *settimane*.

436. L'ultima ad instituirsi misura del tempo sarà senza fallo stata quella dell'anno, poichè a stabilire i confini di sì prolissa durazione occorrevano osservazioni più dilicate, men facili e men popolari. Abbiam dimostrato (Cap. XVIII), che il nostro globo valica i cieli continuamente, accerchiando il maggior luminare. S'immagini il lettore una linea tirata sul piano dell'orbe terrestre (407), la qual passi pel centro del Sole, e vada ad investire una stella. Dal momento nel quale il centro della Terra traversa questa linea, sino al momento in cui, terminata l'intera girazione, ritorna a passare per essa, trascorre appunto quel tempo, cui si dà il nome d'*anno siderale*. Quest'

è l' idea, la definizione, il significato stessissimo, che abbiamo esposto (300, 314) relativamente agli altri pianeti.

437. Or la difficoltà di determinar puntualmente quel tratto di tempo consiste nel cogliere e riconoscere senz' abbaglio l' istante del transito per la mentovata linea, la qual non è che mentale, e la cui situazione precisa si difinisce per via d' osservazioni astronomiche. *Molti* secoli e molti son trapassati, prima di pervenire a circoscrivere esattamente la durazione dell' anno terrestre.

438. A saper prossimamente quella dell' *anno tropico* (421), da cui è poi facile dedurre il sidereo, abbondano *in* vero i mezzi. Il più facile da usare, e che sarà stato de' primi immaginati, è il progresso dell' ombra d' un corpo stabile. Ogni bastone, confitto da un capo sodamente nel suolo, in luogo aperto al Sole, basta all'uopo. Imperciocchè l' ombra di *qualsivoglia* corpo, il qual sia percosso da' raggi solari, muta grandezza ogni dì, purchè sia guardata mai sempre nell' ora e minuto medesimi. Giova poi d' osservarla al momento del mezzodì, poichè allor la lunghezza dell' ombra, duranti tre o

quattro minuti, non varia; quindi sì fra tutto l'agio di misurarla accuratamente, il che non avviene in tutt'altro momento della giornata.

439. Ed acciocchè non resti ad alcun celata la ragion delle cose, si concepisca, o si aspetti d' aver sott' occhio, una mosca la quale ascenda su per lo cerchio d' una ruota da carrozza mentre questa sia ferma. La salita, ch' è ripida ne' fianchi, riesce sempre più dolce, secondo che la mosca viene appressandosi al culmine della ruota; nelle vicinanze del quale passeggia la mosca per un certo tratto, senz' andar su nè giù, siccome sur un piano orizzontale. Questo tratto è d' un grado circa, cioè della trecentesessantesima parte dell'ambito della ruota; perciocchè la curvità d' una tal porzione di cerchio è sì piccola, che fugge al senso. Ora il Sole, d' intorno al mezzodì, perviene alla massima altezza, come ognun vede, nel cerchio che in quella giornata ei descrive, o sembra descrivere in grazia della rotazione (Cap. XIV) del nostro globo. Per ciò nella culminazione trascorre qualche minuto, senza che il Sole apparisca elevarsi nè dichinare.

440. Ad intendere adesso, come il variare dell' ombra possa manifestare la lunghezza dell'anno, si osservi: che quando il Sole è più alto, l' ombra è più breve; quand'è più basso, più lunga. La maggior elevazione meridiana del Sole si para davanti ad ogni occhio d'intorno ai 21 di Giugno: il maggiore abbassamento d' intorno ai 21 di Dicembre. Adunque nel primo caso l' ombra dee farsi vedere la più corta possibile, nel secondo la più allungata. Per tanto è mestieri che un anno tropico intero trascorra, affinchè l'ombra ritorni ad esser la minima, o ritorni ad esser la massima. Notisi in questo mentre, quanto osservabile sia la differenza tra l'una e l'altra, poscia che nella latitudine di Modena, per esempio, è maggior della doppia altezza del bastone dal suolo misurata a perpendicolo.

441. Ora il variar dell'ombre non d' altro viene per certo, che dal mutar luogo che fa la Terra continuamente negli spazj celesti. Se rimanesse mai sempre ferma in un posto, come fa il Sole (Cap. XVIII), la posizion relativa non si cangiando, ogni paese il vedrebbe alle stesse altezze ogni dì nelle ore medesime. Quando metteremo in

sperto la causa della differenza delle stagioni, si comprenderà come nasca, dal moto della Terra, eziandio la differenza dell'ombre; e perchè la restituzione di queste costituisca l'anno tropico, piuttosto che il siderale. Per ora ci bastino i fatti, che ognun può mirare a sua posta. Da' 21 di Giugno sino a' 21 di Dicembre vedrai l'ombra crescere ogni dì, finchè arrivi alla massima sua lunghezza. Ne' susseguenti sei mesi, cioè dai 21 di Dicembre ai 21 del successivo Giugno vedrai l' ombra decrescere quotidianamente finchè giunga alla minima sua grandezza. Se tu volessi misurar la tirata dell' anno dal ritorno dell' ombra massima, o della minima, potresti fallare di qualche giorno, perciocchè tanto l' una come l' altra conservano alcuni dì una lunghezza medesima appresso a poco, per motivo analogo a quello, che ho già spiegato, e che la conserva per alcuni minuti al meriggio. La Terra accerchiando il Sole in un anno, conviene che arrivi una volta sul culmine di quell'orbe ch' ella descrive, ed un' altra alla massima depressione nell'arco opposto, che nella ruota da carrozza è quello che posa sul suolo. Nel camminare per ambidue

questi archetti nè si alza nè si abbassa sensibilmente, per conseguenza non vede mutarsi l'altezza del Sole, e quindi l'ombre dimorano permanenti: ne' quali incontri dicesi il Sole essere nel *solstizio*, giacchè questa voce corrisponde in origine a *Solis statio*, che significa *stazione del Sole*.

442. A non prendere abbaglio nè pur d'un giorno, bisogna dunque osservar la venuta ed il ritorno dell'ombra in que' tempi, ne' quali la sua lunghezza da un giorno all'altro si cangia più. Ciò succede in Marzo, o pure in Settembre; ne' quali mesi la variazione diurna dell'ombra nelle nostre regioni agguaglia un settantaduesimo dell'altezza del bastone. Se questo s'erga, a cagion d'esempio, sei piedi dal suolo, la variazione dell'ombra sarà la duodecima parte d'un piede: quantità a bastanza visibile, perchè niuno possa ingannarsi nelle misure.

443. Or vengo all'atto pratico, e suppongo fatta la prima osservazione, cioè presa la lunghezza dell'ombra, in un giorno di Settembre. Cresceranno poi l'ombre fino in Dicembre; quindi anderanno accorciandosi successivamente, finchè in Marzo verrà quel dì, nel

qual l' ombra sarà appresso a poco della lunghezza notata allorchè fu presa la misura. Ma questo intervallo non può costituir l'anno, poichè l'ombra non ha goduto di tutte le sue lunghezze diverse. Bisogna aspettar ch' ella seguiti ad abbreviarsi infino al maggiore suo scemamento in Giugno; e che di là in poi rallungandosi, finalmente pervenga a quella misura che fu registrata nella prima osservazione. Tenutosi intanto esatto conto del numero de' giorni trascorsi dopo di quello in cui essa fu fatta, ed il quale non dee noverarsi, ogni persona, con questo mezzo, può convincere sè medesima, l' anno esser composto di giorni 365.

444. Avvertite bensì, che al compimento di questi non troverete giammai (fuor di Giugno e Dicembre) la lunghezza dell' ombra puntualmente uguale a quella che misuraste da prima. Sarà più lunga, o più corta, un quarto circa del suo variamento da quel dì al susseguente. Il che significa chiaro al par della luce, che dopo i 365 dì manca ancora da circa la quarta parte d'un giorno, perchè la Terra pervenga a quel punto dell' orbita sua, nel qual

l'ombra meridiana dev' esser del tutto uguale alla primitiva.

445. Dal piccolo svario nell' ombra è impossibile ricavare quante ore, quanti minuti, quanti secondi rimangano a correre, sin a tanto che il centro del nostro globo traversi istantaneamente quel punto. E pur cotal precisione è quella che cercasi, a ben sapere la vera durata dell' anno.

446. Potete bensì lasciar trapassare altri 365 giorni, ed allora scorgerete, che nel meriggio dell' ultimo l' ombra terrà appresso a poco il mezzo tra l' estension che osservaste dal bel principio, e quella che mirerete nel dì vegnente. Se ancor lasciate trascorrer 365 giorni, vedrete il primo error triplicato, talmente che la lunghezza dell'ombra nel dì da poi, avrà passato il limite dell' osservazion primordiale di tanto, di quanto era deficiente nella seconda. Piacciavi finalmente aspettare ancora il tragitto, non più di 365, ma di 366 giorni, e vedrete l'ombra sì fattamente uguale alla primitiva, che difficilmente vi accorgerete del tenue divario che ci ha.

447. Egli è ben manifesto, dal progresso dell' ombre esemplificato sin qui, che la girazion della Terra d' in-

torno al Sole si compie in giorni 365 $\frac{1}{4}$ *circa*: ma quanti secoli bisognarono per conoscere esattamente i minuti e secondi, corrispondenti a quel *circa*!

448. A determinare l'anno terrestre gli astronomi posero in opera le osservazioni degli equinozj. I punti equinoziali sono que' due, ne' quali si tagliano insieme i due cerchj, l'equatore e l'eclittica (21, 22). Quando osserviamo il Sole o nell'uno o nell'altro di que' punti, allora il giorno sarebbe uguale in lunghezza alla notte (e questo è il senso della parola *equinozio*), se non fosse protratto alquanto dalla rifrazione (181). Osservar e determinar il momento, nel qual la Terra girando arriva a mirar il Sole in que' punti, chiamasi *osservazione degli equinozj*. Cotal momento si è quello dell'ingresso del Sole ne' segni dell'Ariete e della Libra (22): ingresso di cui si legge l'ora e il minuto in ogni lunario; se non che da' lunarj non deesi pretendere tutta l'esattezza, qual si ritrova nelle Efemeridi, e nel nostro Almanacco. Eccomi a dire per tanto, come si cava la lunghezza dell'anno da simil fatta osservazioni.

449. Se ne pigliano due, rimote

l' una dall' altra quanti secoli più si possa: con quell' industria, che abbiamo divisata allorchè andavamo indagando l' anno de' pianeti (313). L' intervallo di tempo fra di esse, espresso in giorni, si compartisce sul numero degli *anni*, e ne emerge la tirata dell' anno esattissima, posciachè gli errori delle osservazioni si perdono, suddivisi in gran moltitudine d'anni. Un esempio renderà manifesta l' utilità e sicurezza del metodo.

450. Tra un equinozio, osservato anticamente da Ipparco, ed un altro recentemente dal *Lalande* (*Astronomie* 884) sono passati 1897 anni, manco 15 giorni, 13 ore, 28 minuti. Il numero degli anni tra un equinozio e l'altro deve esser giusto, senza frazione alcuna: e però quel difetto di giorni dipende dal non esser del tutto esatta l' introduzione d' un bisestile ad ogni 4 anni. Si riducano in giorni gli anni 1897, in ragion di 365 l'uno, e si avranno giorni 692405; a' quali si aggiungano 475 a cagione de' bisestili caduti in quel corso di tempo: si detraggano poi dalla somma li giorni 15, ore 13, min. 28, mancanti come sopra a compire gli anni 1897; e questo numero d' anni

troverassi comprendere giorni 692864, ore 10, min. 32. Si divida questo numero di giorni, ore ecc. pel numero 1897 degli anni, e ne uscirà dal confronto delle due mentovate osservazioni, l'anno esser composto di giorni 365, ore 5, min. 48, secondi 45 circa.

451. Bisognerebbe che ci fossero 1897 secondi d' errore nelle due osservazioni, perchè ne venisse l' errore d' un solo secondo nella durata dell' anno. Di qui si vede il grande avvantaggio del prendere un intervallo di tempo il più lungo possibile. Ma quand' anche l' error delle osservazioni fosse maggiore, si trova la via di renderlo affatto insensibile, comparando, à due a due, molte e molte osservazioni d' equinozj. Imperocchè pigliando il medio fra tutti li risultamenti, come facemmo altre volte (82), si ottiene una sicurezza ed una precisione grandissime, in proporzione alla moltitudine delle fatte comparazioni. Con questi mezzi, ed inoltre applicando certe correzioni sottilissime, cui non possiamo per ora dare ad intendere nè men per enigma, è stato determinato l' *anno tropico* della Terra, di giorni 365, ore 5, min. 48,

secondi 48: e v' ha ragion di fidarsi che tal determinazione non pecchi nè pur d' un minuto secondo. Egli è poi ammirabile, che la stessa stessissima sia stata trovata 728 anni fa dall' astronomo Persiano *Omar Chejam (Bailly Hist. de l' astr.* T. 1, p. 250).

452. Nel cercar l' anno planetario, abbiamo prima determinato il sidereo (314); poscia ne abbiam dedotto il tropico (421, 423). Per trovar l' anno terrestre si batte la strada inversa: non essendo ugualmente facile comparare il Sole alle stelle vicine, come si fa de' *pianeti* (302); e mancando massime tali comparazioni ne' tempi anteriori alla non antica scoperta de' cannocchiali.

453. L' anno tropico è terminato, quando la Terra ritorna a vedere il Sole in uno stesso punto equinoziale: ma *ella* non ha già finito allora di correre un' intera circonferenza. Imperocchè il punto equinoziale si move (421), e le va incontro pel tratto di secondi 50 $\frac{1}{4}$, sicch' ella il ritrova prima di giungere a quella linea, che abbiam da principio supposta (436), e nella quale si compie l' *anno sidereo*. Questo adunque è più lungo del tropi-

co tanto tempo, quanto fa d'uopo alla Terra per camminare lo spazio di secondi 50 $\frac{1}{4}$ dell' orbita sua. Cotal quantità di tempo si raccapezza mediante questa regola del tre: Se bisognano alla Terra giorni 365 $\frac{1}{4}$, per correr 360 gradi, o sia 1296000 secondi, val a dire un' intera circonferenza d' intorno al Sole; quanto tempo le occorrerà a valicare secondi 50 $\frac{1}{4}$? Computando rinviensi 1244 secondi; o vero 20 minuti, 24 secondi: i quali aggiunti all'anno tropico, fanno montare il siderale a giorni 365, ore 6, min. 9, secondi 12. Questa è poi la quantità, che dovrebbe impiegarsi, in vece di 365 $\frac{1}{4}$, nella regola del tre, se si volesse rifarla con l' ultimo scrupolo.

454. Dell' anno sidereo han bisogno solamente gli astronomi (316, 320): ma il tropico è quel che determina le stagioni, avendo per limiti gli equinozj; e però serve a comporre anche l' *anno civile*, come vedremo. Il tropico si denomina eziandio *rivoluzione periodica*, o *rivoluzione tropica*.

455. Dividendo, a quel modo che s' è praticato (422), la circonferenza, o vero 1296000 secondi, per la rivo-

luzione tropica della Terra, o sia per giorni 365, ore 5, min. 48, secondi 48, si ottiene espressa in secondi la lunghezza dell'arco, che il nostro globo trascorrerebbe ogni dì, se il moto suo fosse equabile. A fare tal divisione con esattezza, è d' uopo convertir le ore, i minuti, e i secondi del divisore, in una sola frazione di giorno, la qual viene ad essere 242 millesimi prossimamente. Il quoziente della divisione ascende a secondi 3548 $\frac{1}{3}$, che agguagliano minuti 59, secondi 8 $\frac{1}{3}$. Quest'è il moto medio diurno della Terra: il qual poi si attribuisce al Sole nelle tavole astronomiche, continuando a parlare all' antica secondo le apparenze (298).

456. L' anno tropico, e il moto diurno della Terra, che abbiamo rinvenuti, spettano alla tavola (423): a compimento della quale ci resta da dire, che la longitudine media della Terra, nel giorno 31 Dicembre 1802 al mezzodì, va a' 99 gradi, 11 minuti, 2 secondi. Se si aggiungano 180 gradi, si conseguisce la longitudine media del Sole: se ne vedrà la ragione or ora nella longitudine vera.

457. Dividendo per 24 il moto

diurno, si ottiene l' orario: e però la Terra descriverebbe ad ogni ora un arco di 148 secondi, poco meno, se si movesse uniformemente. Alla fine dividendo per 60 il cammino orario, spicca essere il moto in un minuto, di presso a secondi 2 $\frac{1}{2}$.

458. Per avere la longitudine vera della Terra in qualsivoglia tempo, si deve procedere a norma de' precetti sminuzzati (425), pigliando il luogo dell' afelio (409), e l' equazione massima (406). Che se poi si aggiunga il valsente d'un semicerchio o sia 180 gradi, si viene a conoscere la longitudine vera del Sole: essendo manifesto, che il luogo di lui, visto dalla Terra, debb' essere diametralmente opposto al luogo di lei, visto dal Sole (316).

459. La prima scoperta delle 6 ore circa, che bisognava accoppiare a 365 giorni, per costituir la durata dell' anno, sembra antichissima, comecchè molto tardi applicata a correggerlo. Platone la intese come un arcano dai sacerdoti d' Egitto, e l' anno seguitò lungamente ancora a valutarsi composto di giorni 365. Con questo metodo ogni quattr' anni nascea l' errore d' un giorno, talchè il quinto anno pigliava

principio un dì avanti del dovere. Al terminare d' anni 365 circa, tutte le stagioni trovavansi trasmutate. I mesi della primavera avran servito all' inverno, poi dopo il corso d' altri anni 365 all' autunno; e così discorrendo.

460. Adesso una, adesso altra nazione s' accorse del perturbamento, e vi appose diversi rimedj. Ma il genuino fu eletto da Giulio Cesare, che anche fra l' armi prendea diletto degli studj astronomici (*Pharsal.* X, 185); e che a tal bisogna fece venire d' Alessandria d' Egitto il matematico Sosigene. Allor fu instituito l' *anno bisestile*, composto di 365 dì, e ricorrente ad ogni quattr' anni una volta, rimanendo tre successivi sempre formati di giorni 365.

461. Gli anni procedenti con questa legge, sono stati quindi chiamati *Giuliani*, dal nome di Cesare. L' anno 45 avanti l' Era Cristiana fu il primo a seguire il decreto di lui, cui spettava sì fatto regolamento, siccome a dittatore e pontefice insieme. E per rimettere le stagioni ne' mesi, ove siedono attualmente, gli fu mestieri allungar di 90 giorni l' anno antece-

dente; al qual venne quindi l' appellagione d' *anno di confusione*.

462. Il giorno *intercalare*, aggiunto all'anno comune per comporre il bisestile, fu da Cesare collocato nel 24 Febbrajo, accrescendo questo mese dai 28 ai 29 giorni. Il dì 25, in cui si celebrava la festa per l' espulsion de' Tarquinj, appellavasi dai Romani *sesto delle calende*. Il medesimo nome fu imposto anche al giorno intercalare; se non che, per distinguerlo dal susseguente, denominossi, *due volte sesto*, che in latino vale *bis sexto*, donde provenne l' appellazione degli anni *bisestili*.

463. Per quanto fosse ben immaginata la riforma di Cesare, non bastava alla lunga a scansare ogni errore. Supponeva essa di giorni 365 $\frac{1}{4}$ precisamente il periodo dell' anno. Ma noi abbiamo poco *innanzi* veduto (151), che in vece d' un quarto di giorno, o sia d' ore sei, il vero eccesso sopra i 365 consiste in ore 5, minuti 48, secondi 48. Or questo eccesso, quadruplicato, costituisce in un quadriennio 23 ore, 15 minuti, 12 secondi; laonde accrescendo un giorno, nell'anno bisestile, aggiungean-

si 44 minuti, 48 secondi più del dovere. A capo d'anni 128 ½ circa, cotali erronee aggiunte accumulate ascendevano a 24 ore; e l' anno s' incominciava un giorno più tardi del giusto, chiamando primo quel dì, che in realtà era il secondo.

464. Dall' anno 325, nel quale il Concilio di Nicea statuì che il dì 21 Marzo dovesse sempre essere quello dell' equinozio, infino all' anno 1582 in cui successe la riforma di Gregorio XIII; nel giro cioè di 1257 anni, l' anticipazione montò a giorni dieci, di modo che l'equinozio veniva a cadere effettivamente nel dì 11 Marzo; giacchè il Concilio non avea preso gli opportuni concerti co' celesti fenomeni onde il suo decreto potesse ricevere esecuzione. Se fosse andato avanti il disordine, a capo d' altri 1400 anni il principio di Primavera sarebbe entrato in Febbrajo. Molti valentuomini ne menaron rumore, invocando un rimedio, e furono finalmente ascoltati. Il Pontefice soprannominato ne radunò parecchi in Roma, e la grand' opera fu trattata con tutta la diligenza che ben meritava.

465. Poichè l'errore era d'un giorno

in anni 128 $\frac{1}{2}$, ascendeva per conseguenza a tre dì nel decorso di quasi 400 anni. E però a togliere questi tre, che ci stavan d' avanzo, il ripiego adottato fu quello, di sopprimere un bisestile ogni secolo, ammettendolo solamente ogni quattro secoli. Gli anni bisestili sono stati instituiti in modo, che vengono a cadere in tutti li numeri d' anni, che son divisibili per 4. Per esempio il 1796 è numero divisibile per 4, ed è stato bisestile. Non sono divisibili per 4 il 1797, il 1798, il 1799, e perciò sono stati anni *comuni*, cioè composti di 365 giorni. Seguita il 1800, ch'è divisibile per 4, ond' esser dovea bisestile; ma siccome secolare, riman comune, in virtù della correzion Gregoriana. Per la stessa ragione sarà comune il 1900, e lo fu il 1700. Questi sono tre bisestili soppressi; e poichè il quarto secolare si deve ammettere, quindi l' anno 2000 sarà bisestile. Per tanto l' emendazion Gregoriana colpisce gli anni, che compiono i secoli. Oltre a ciò, per riparare il disordine antecedente, il Breve di Gregorio XIII, il qual porta la data dei 24 Febbrajo 1581, prescrisse che si troncassero die-

ci giorni del mese d' Ottobre 1582; di modo che il dì 5 fosse detto 15, e poi si procedesse coll' ordine solito.

466. L' ordinamento, che ho riferito, e la cui necessità era evidente, venne accettato senza difficoltà da tutte le nazioni Cattoliche. I Protestanti di Germania lo ricevetter solamente nel 1700, o in quel torno. Persistettero gl' Inglesi a valersi degli anni Giuliani infino al 1752; nel qual anno cedettero finalmente all' esempio di tutta Europa; da cui si eccettui soltanto l' Imperio Russo, nel qual persevera tuttavia l'antica abitudine, e dove si contano 12 giorni di meno degli altri popoli. Dico 12, perchè all' errore dei 10, corretto nel 1582, si sono accresciuti due giorni negli anni 1700, 1800, fatti bisestili dai Moscoviti, alla giuliana, mentre noi gli abbiam fatti comuni, alla gregoriana. Il dì 21 Marzo, a cagion d' esempio, si dice in Moscovia 9 Marzo; ed è in quest' anno il principio di primavera: e coloro che temono gli equivoci, scrivendo di là ad altri paesi fuor del dominio dello Czar, fanno la data così, $\frac{9}{21}$ Marzo; che significa 9 secon-

do il vecchio stile Giuliano, e 21 secondo il Gregoriano.

467. L' anno Gregoriano, spesso comune, talvolta bisestile, e figlio del tropico, siccome appar dalle cose dette, si nomina *anno civile*, poichè con esso si regola la società. Corrisponde in vero ai fenomeni celesti con esattezza bastante per lunghissimo tratto di tempo, non però con perfetta per sempre. Imperocchè l' errore d' un giorno, qual s' è già detto, in anni 128 $\frac{1}{2}$, produce errore di 7 giorni in anni 900, e per conseguente di giorni 28 in anni 3600. Ora con *togliere* 3 bisestili ad ogni 400 anni, si viene a reciderne solo 27 in 3600. Si toglie dunque un giorno di meno di quel che farebbe mestieri: laonde per aggiustar le partite bisognerebbe che l' anno 5200 fosse comune, in cambio d' essere bisestile qual lo vorrebbe la riforma Gregoriana. Dico l' anno 5100, poichè il primo secolare dopo d'essa fu il 1600, al quale aggiungendo 3600, si va al 5200. Ma questo errore è lontano di tanti secoli, che non si volle nella riforma travagliarsene; e possiamo noi pure abbandonarne tranquillamente il pensiero a

chi vivrà in tempi cotanto da noi remoti.

468. Sussiste bensì tra i più dotti Cronologisti disparer di quattr' anni sul tempo preciso della nascita di Gesù Cristo, dalla qual numeriamo gli anni dell' Era nostra. Meno importante per ciò diviene quella quistione, la qual insorge sovente ne' crocchj: l' anno, che usiam nelle date, è egli quello che corre attualmente, o l' ultimo già compiuto? Secondo i Legali, e la comune usanza, l' età degli uomini si conta ad anni compiti. *D' un anno non si dice il bambino, appena nato, ma nel suo trecensessantesimo quinto dì* (*Digest. l. anniculus. De verb. signif.*). Ma secondo gli Astronomi e li Cronologisti, l' anno principiato si annovera come finito (al che accondiscendono anche i Legali nelle cose di grazia): cioè regna il numero dell' anno intero, per tutto il corso dei dodici mesi che lo compongono. Il penultimo, numerato 1800, fu dunque l' anno millesimo ottocentesimo dalla nascita di G. C, l' ultimo del secolo decimottavo: ma non si può dire con egual verità, che i secoli dell' Era Cristiana fossero 18, nè gli anni 1800, se non ricevevano

il loro compimento a' 31 Dicembre dell' anno anzidetto. Quest' è, in ultima analisi, il divario che passa dal dire 1800, al dire millesimo ottocentesimo; dal dire 18, al dire decimottavo: comechè nell' uso confondasi una cosa con l' altra.

469. Differiscono poi gli Astronomi dai Cronologisti nel noverare gli anni del Mondo avanti G. C. I primi chiamano *zero* l' anno in cui credesi nato il Salvatore ai 25 Dicembre: i secondi lo chiamano *uno avanti G. C.* La ragion del procedere degli astronomi si è, per non fallare d'un anno nelle loro tavole del Sole e de' pianeti, le quali non andrebbero più d' accordo coi fenomeni celesti. Darò da intender ciò con un esempio storico. Secondo i Cronologisti, Giulio Cesare fu tolto di vita nel mese di Marzo dell' anno 44 avanti G. C. Ognuno poi sa, che la morte del Redentore comunemente si stabilisce avvenuta nel corso dell' anno suo 33, nello stesso mese di Marzo, o in principio d'Aprile. Ora 44 anni avanti, e 33 dopo, formerebbero la distanza d' anni 77 dalla morte di Cesare a quella di Gesù Cristo. Ma in realtà questo spazio

è di soli 76: poichè avanti l' uccisione di Cesare erano trapassati circa tre mesi dell' anno 44, e dopo quella di G. C. rimasero da passar 9 mesi dell' anno 33. Dunque, dicendo 44, comprendiamo tre mesi, che sono fuori dell' intervallo cercato; e dicendo 33, comprendiamo nove mesi, che sono fuori dell' intervallo medesimo. Ecco nascer l' errore d' un anno di più; dal qual errore scampano gli astronomi, nominando 43 avanti G. C. l' anno in cui Cesare fu spento. Stia per tanto avvertito chi piglia dai Cronologisti le distanze del tempo, esser d' uopo scemare uno dagli anni anteriori a Gesù Cristo.

470. La ragion che determinò gli antichi a cominciar l' anno dieci giorni circa dopo il punto di mezzo del solstizio d' inverno, sembra essere stata, perchè a capo dei detti giorni principia a rendersi sensibile il risalire del Sole, dietro al suo infimo abbassamento il qual segue ordinariamente a' 21 Dicembre. Era giustissimo, che l' entrata dell' anno, il qual è un ciclo tutto astronomico, fosse definita e contrassegnata da un fenomeno astronomico: ma a tale intento era d' uo-

po cominciar l'anno nel dì medesimo del solstizio o sia della massima depressione apparente del Sole. L'averlo cominciato alquanti giorni dopo, è un difetto gravissimo, il quale non può scusarsi altro che con l'ignoranza de' primi institutori. Del resto la terra, col riprodurre i suoi germogli in primavera, sembrerebbe indicare, che l'anno nuovo dovesse più convenientemente esordire con questa stagione, la qual entra in aringo nel giorno dell'equinozio.

471. Or venendo a parlare de' *Mesi*, dirò: che il primo fu denominato Gennajo, cioè dai latini *Januarius*, ad onor del Dio Giano. Il Febbrajo era consacrato a Februo, il Dio de' morti. Marzo ebbe il nome da Marte, e fu il primo de' mesi instituiti da Romolo, il qual pretendeva discendere da quel Dio. Aprile si crede provenga da un' appellazione greca di Venere, cui fu dedicato da Romolo: Maggio da Maja madre di Mercurio; e Giugno da Giunone. Luglio, in latino *Julius*, fu così intitolato ne' posteriori tempi a contemplazione di Cesare, ch'era nato in tal mese. Il Senato Romano impose il nome *Augustus*,

che noi diciamo Agosto, al seguente, nel quale Augusto operò le sue più gloriose imprese. Come poi Romolo aveva formato il suo anno con 10 mesi solamente, così Settembre, Ottobre, Novembre, Dicembre significano settimo, ottavo, nono, e decimo mese. Successe Numa, ed accrebbe due mesi all' anno di Romolo.

472. Il numero ineguale ed irregolare de' giorni di ciascun mese trae l' origine, parte da questi due primi re di Roma, parte da Cesare; e non è giustificato da veruna ragione astronomica. Così non sarebbe di quel sistema, che fu proposto anni fa dall' astronomo Parigino *Carouge*, ed a buon dritto testè applaudito dal Professor Padovano Sig. Ab. Chiminello. Consisterebbe nel dar principio all' anno il dì del solstizio d' inverno: assegnar giorni 30, nell' anno bisestile, ai tre primi non che ai tre ultimi mesi; e giorni 31 agli altri sei: togliere finalmente un giorno negli anni comuni al primo mese, il qual resterebbe composto di giorni 29. Collocati così li mesi più lunghi in quella metà dell' anno, nella quale il moto della Terra è più lento (402), ne verrebbe il prin-

cipio d'ogni mese a corrisponder sempre all' entrar del Sole ne' respettivi Segni o sia case del zodiaco, ed ogni stagione abbraccierebbe tre mesi interi. Ognun può riscontrar tutto ciò, esaminando nel calendario del nostro Almanacco gl' intervalli di tempo tra i successivi ingressi del Sole ne' Segni.

473. Abbiamo veduto sopra, qualmente la *Settimana*, composta di sette giorni, debb' essere instituzione antichissima. Quanto poi alla derivazione de' loro nomi da quelli de' pianeti, vien' essa attribuita agli Egizj. Facilmente s' intende, che il Lunedì era dedicato alla Luna, il Martedì a Marte, il Mercordì a Mercurio, il Giovedì a Giove, il Venerdì a Venere, il Sabato a Saturno: la Domenica finalmente era consacrata al Sole, creduto allora un pianeta.

474. Gli Ebrei e i Romani spartivano sempre in dodici ore il *Giorno naturale*, ed in altrettante la notte. Tali ore per tanto variavano di durata continuamente. Un' ora di state, in questi climi, era lunga quanto due circa del verno, durante il giorno naturale: era tutto il contrario la notte,

Inoltre dividevano il giorno naturale in quattro parti principali, denominate Prima, Terza, Sesta, e Nona. *Prima* cominciava al nascer del Sole, *Terza* tre ore dopo, *Sesta* al mezzodì, e *Nona* tre ore avanti il cader del Sole. Probabilmente ciascuna delle quattro denominazioni comprendeva e dinotava qualsivoglia momento delle tre ore, scorrenti sino all' entrar d' altro nome. Ognuno può quindi capire il significato di que' vocaboli nel Breviario della Chiesa Cattolica.

475. I Persiani, e la più parte de' popoli Orientali incominciavano il *Giorno artifiziale* al levar del Sole. Gl' Italiani han seguito fino a questi ultimi tempi la costumanza vetusta degli Ebrei e degli Ateniesi, di principiarlo al tramontar del Sole, o mezz' ora dopo. Ipparco e Tolommeo contavano le 24 ore da una mezzanotte all' altra, e tal sembra che fosse l' usanza contemporanea di Roma e dell' Egitto. Prende tuttora il principio del giorno dalla mezzanotte la Chiesa Romana, e la maggior parte delle nazioni d' Europa; donde l' ore, di lì noverate, si nomano *europee*: ma se ne contano 12 infino al mezzodì, poi

si torna da capo a contarne altre 12 dal mezzodì alla mezzanotte. Le prime si appellano *ore della mattina*, le seconde *ore della sera*, per evitare la confusione che nascerebbe dall' eguaglianza de' numeri. Tutti gli astronomi pigliano il cominciamento del giorno dal mezzodì, e contano fino a 24 ore per giungere al mezzodì susseguente. Però quando dicesi nella società, li 2 Gennajo alle ore 8 della mattina; gli astronomi dicono in vece, il primo Gennajo a 20 ore. Questo è il *tempo astronomico*, quello il *tempo civile*.

476 L' *ora* si divide in 60 minuti o sia minuti primi; il *minuto* in 60 secondi o sia minuti secondi; il *secondo* in 60 terzi; e così successivamente.

CAPITOLO XXI.

Del Calendario.

477. L'anno e le sue divisioni, di che abbiam favellato nel Capitolo antecedente, fanno, a così dire, il telajo del Calendario: telajo che può

servire a tutti li riti diversi delle nazioni.

478. La voce *Calendario* vien da *calende*, ch' era il nome del primo giorno d' ogni mese, il quale scrivevasi da' Romani con lettere majuscole. Il nostro Calendario prende origine da Romolo, e fu riformato successivamente da Numa, da Giulio Cesare, e da Papa Gregorio XIII, siccome abbiam dichiarato nel detto Capitolo.

479. Nel presente raccoglieremo in compendio ciò che si trova diffusamente ne' Trattati d' Astronomia circa la *struttura* particolare del Calendario Cattolico; *la* qual *dipende* in gran parte dall' uso e significato di que' vocaboli, che sotto nome talvolta di *Appartenenze dell' anno* sogliono collocarsi al principio d' ogni Efemeride o Diario, a quel modo che furono sempre nel nostro Almanacco.

480. Cominciando dal *Ciclo solare*, convien sapere, che ad ogni anno 28 giuliani (461) li medesimi giorni della settimana ritornano a cadere ne' giorni stessi del mese, qualunque sia l' anno da cui si contino li 28, solamente che non comprendano un secolare comune. Per esempio, nell' anno 1800,

i nomi ed i numeri de' giorni, sino ai 28 Febbrajo, coincidono affatto con quelli dell' anno 1772. In appresso la regola rimane interrotta, e non corre se non dal 1801 al 1899, avvegnachè l'anno 1800 è comune in conseguenza della riforma Gregoriana, in cambio d'essere bisestile conformemente a quella di Cesare. L'enunciato circolo d'anni 28 è quello, che appellasi *Ciclo solare*, e che servì alla primitiva Chiesa per trovare i dì della settimana.

481. A tale intento si fa uso delle prime sette lettere majuscole dell' alfabeto, A, B, C, D, E, F, G, per dinotare i diversi giorni della settimana, a quel modo che or ora si esplicherà: e sono denominate *Lettere dominicali*, per la dignità della Domenica, quantunque servano a contrassegnar parimente ogni altro dì. Di fatti ne' calendarj perpetui, che veggonsi in testa degli Uffizj, Breviarj, Messali, ecc. il primo giorno dell' anno è notato al margine con la lettera A, il secondo con la B, ecc. il settimo con la G; quindi l'ottavo con l'A, il nono con la B, ecc. e con quest' ordine, così ripetuto 52 volte, si compiono le 52 settimane dell'anno comune,

Come poi queste compongono giorni 364, così all'ultimo dì rimanente dell' anno spetta la lettera A; e per conseguenza l' anno comune principia e finisce con giorno settimanale di medesimo nome. Quella lettera poi, la qual corrisponde alle domeniche di tutto l'anno, si chiama *lettera dominicale*. Per esempio, nel 1801 la prima domenica dell' anno è capitata nel dì 4. Gennajo, il quale è notato con la lettera D: adunque tutte le domeniche del detto anno saranno cadute in giorni contrassegnati nel calendario perpetuo con la D; ai Lunedì sarà toccata la lettera E, ai Martedì la F, e così seguitando. Il medesimo anno è cominciato da Giovedì, per il che dovendo finire con Giovedì, il corrente 1802 ha dovuto principiare di Venerdì, e la prima domenica occupare il dì 3 Gennajo, a cui spetta la lettera C. E' dunque la C la lettera dominicale dell' anno 1802; e poichè nel 1801 è stata la D, se ne inferisca, le lettere dominicali procedere con ordine retrogrado. Sarà dunque la B la dominicale del 1803, la C del 1804, e ciò fin a tanto che gli anni sono comuni.

482. Quando poi sopravviene un bisestile, qual sarà appunto il 1804, non essendoci lettera nel calendario perpetuo pel dì 29 Febbrajo (poichè avrebbe guastato la corrispondenza tra giorni e lettere negli anni comuni), allora le lettere dei dieci mesi susseguenti corrispondono a giorni avanzati d' un posto nella settimana. Vediamone la prova. L' ultimo bisestile è stato il 1796: cominciò da Venerdì, per lo che la Domenica tenne il dì 3 Gennajo, al quale compete la lettera C. Questa fu dominicale in Gennajo, ed in Febbrajo infino al dì 28 che fu Domenica. Il 29, che è privo di lettera, tolse il Lunedì; e quindi alla D, che appartiene al primo di Marzo, toccò il Martedì. La Domenica susseguente ritrocesse perciò d'una sede, da quella che avrebbe goduta in anno comune, cioè dal dì 7 al 6, quindi ebbe di lì in avanti la lettera *B*. Ecco il motivo, per cui gli anni bisestili si appropriano due lettere dominicali. Spetta la prima ai due primi mesi, la seconda agli altri dieci.

483. Dalle cose dette avrà ognuno potuto dedurre, che gli anni successivi incominciano d' ordinario co' giorni

successivi della settimana; saltandosene uno dopo gli anni bisestili soltanto. Di fatti il 1796 bisestile essendo principiato di Venerdì, il 1797 pigliò le mosse in Domenica, il 1798 in Lunedì, il 1799 in Martedì, e così discorrendo.

484. Ora è tempo di dare ad intendere la ragione, perchè bisognino 28 anni, acciocchè la corrispondenza dei medesimi giorni del mese con quei della settimana si avveri per tutto il corso d' un ciclo solare, paragonato ad altro ciclo, immediatamente anteriore o posteriore. Se gli anni fossero sempre comuni, ad ogni sette ritornerebbe la stessa lettera, e per conseguente lo stesso giorno del mese, a concorrer col medesimo dì della settimana. Ma perchè ad ogni 4 anni il regresso delle lettere ed il progresso de' giorni settimanali ricevono alterazione, a motivo del giorno di più che s' intramette nel bisestile: per ciò fa d' uopo che tale alterazione accada sette volte, acciochè il dì intercalare percorra tutti li sette differenti giorni della settimana; dopo di che tornerà da capo l' ordine di prima.

485. Affinchè il ciclo solare gio-

vasse a distinguere i tempi, gli è stata dal comune consenso assegnata una sede fissa. Secondo questa, l' anno 1800 viene ad essere il diciassettesimo del ciclo, e per conseguenza fu primo il 1784. Ritrocedendo di 28 in 28, si perviene a trovar che fu primo altresì l' anno nono avanti l' Era Cristiana. Adunque volendo sapere qual numero del ciclo solare appartenga ad un anno qualsiasi, passato o futuro; per esempio al 1787 (nel qual ebbe principio il nostro Almanacco), si aggiunga 9 a 1787, e la somma 1796 si divida per 28: il quoziente 64 dinota, che 1796 anni sono composti di 64 cicli solari; ed il residuo 4 fa conoscere, che li detti anni 1796 comprendono inoltre anni 4 del ciclo sessantesimoquinto, di maniera che il 1787 fu il quarto del ciclo stesso.

486. La tavola seguente somministra le cose, di cui s'è parlato finora, pel corso d' anni 29 (e non 28 solamente, acciocchè si veda nell' ultimo il ritorno del primo); e potrà servire infino all' anno 1899, poichè le medesime cose convengono agli anni 1801, 1829, 1857, ecc. Lo stesso si dica degli anni 1802, 1830, 1858,

ecc. E così degli altri, aggiungendo 28 agli anni della prima colonna, una volta, due volte, tre volte, purchè non si passi il penultimo anno del secolo.

Anni.	Ciclo solare.	Lettere dominicali.	Primo dì dell'anno.
1801	18	D	Giovedì
1802	19	C	Venerdì
1803	20	B	Sabato
1804	21	A G	Domenica
1805	22	F	Martedì
1806	23	E	Mercordì
1807	24	D	Giovedì
1808	25	C B	Venerdì
1809	26	A	Domenica
1810	27	G	Lunedì
1811	28	F	Martedì
1812	1	E D	Mercordì
1813	2	C	Venerdì
1814	3	B	Sabato
1815	4	A	Domenica
1816	5	G F	Lunedì
1817	6	E	Mercordì
1818	7	D	Giovedì
1819	8	C	Venerdì
1820	9	B A	Sabato
1821	10	G	Lunedì
1822	11	F	Martedì
1823	12	E	Mercordì
1824	13	D C	Giovedì
1825	14	B	Sabato
1826	15	A	Domenica
1827	16	G	Lunedì
1828	17	F E	Martedì
1829	18	D	Giovedì

487. Chi volesse sapére la lettera appartenente a qualunque dì d'un anno qualsiasi, nè avesse alle mani il calendario perpetuo, divida per 7 il numero de' giorni trascorsi dal principio dell' anno, compreso il giorno di cui si tratta: se non v' è alcun residuo, la lettera è G, cioè l'ultima delle sette; se il residuo è 1, la lettera è la prima o sia A; se il residuo è 2, la seconda o vero B; e così discorrendo. Nella quale operazione il Febbrajo si considera di giorni 28 anche negli anni bisestili, giacchè s' è veduto (482) che il dì 29 non ha lettera.

488. Quando si conosce la lettera dominicale, si può col favor della tavola seguente saper il giorno del mese corrispondente a qualunque dì della settimana per tutto l' anno. Per esempio, quando la lettera è D, come nel 1801, tutti i numeri della tavola spettano al Mercordì, ch'è notato sotto essa lettera; il qual cade per conseguenza ne' giorni 1, 8, 15, ecc. di Aprile e di Luglio; ne' giorni 2, 9, 16, ecc. di Settembre e Dicembre; e così degli altri. Saputi i numeri appartenenti al Mercordì, è poi facile dedur quelli che competono ad altro

dì qual si voglia della settimana. Se l' anno è bisestile, il qual ha due lettere, la prima serve conforme al solito per li due primi mesi, la seconda per tutti gli altri.

Aprile Luglio	Sett. Dic.	Giug.	Febb. Marzo Nov.	Ag.	Mag.	Genn. Ott.
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					
G	F	E	D	C	B	A
Dom.	Lun.	Mart.	Merc.	Giov.	Ven.	Sab.

489. *Numero d' oro*, il qual chiamasi ancora negli Almanacchi e Lunarj *Numero aureo*, od *Aureo Numero*, indica gli anni d' un ciclo lunisolare. Ad ogni anni 19, cinque de' quali sian bisestili, veggiamo tornare in congiunzione (305), ne' medesimi punti del cielo appresso a poco, il Sole e la Luna, la qual compisce in tal corso di tempo 235 lunazioni, o sia rivoluzioni d' intorno alla Terra. E' poi ogni anno lo stesso dì, quando il Sole da noi si rivede nel medesimo grado del zodiaco. Adunque le congiunzioni lunisolari, che è quanto dire i noviluni, rivengono allo stesso giorno

in capo d'anni 19: all'incontro i 234 noviluni intermedj succedono tutti in punti del cielo, diversi un dall' altro notabilmente. Riconosciute per tanto le giornate di 235 noviluni successivi, possono presagirsi quelle de' noviluni futuri, avvegnachè, *generalmente parlando*, il dugentesimo trentesimo sesto deve succedere nello stesso dì del primo, il dugentesimo trentesimo settimo nello stesso dì del secondo; e così procedendo. Fu questa per lunga pezza la sola maniera che avessero gli antichi per computare i tempi de' noviluni. Sì fatta scoperta parve a' Greci cotanto maravigliosa, che ne affissero il calcolo in *lettere d' oro* ne' luoghi pubblici.

490. Ho detto, *generalmente parlando*; poichè il ritorno non fallerebbe nè men di due ore, se l' intervallo di tempo da un novilunio al seguente fosse sempre lo stesso. Ma come il variar posizione, che fa di continuo l' orbita della Luna, per causa dell' attrazione del Sole (di che si darà contezza opportunamente), altera il tempo della rivoluzione lunare; così la regola falla sovente di parecchie ore, che passano talvolta da un gior-

no all' altro. Ad esempio delle cose dette, li noviluni di Ottobre, nel 1779 e nel 1798, sono accaduti entrambi il dì 9, con differenza di ore 1, min. 36 solamente: all' incontro quelli di Febbrajo, negli anni stessi, intervennero il primo nel dì 16, il secondo nel dì 15, alla distanza d'ore 17 circa dal compimento d' anni 19.

491. Il numero aureo procede dall' 1 al 19, crescendo ogni anno d' una unità; poi ricomincia lo stesso ciclo, e così perpetuamente. Qual lo troviamo, il corrente ciclo ha avuto principio nel 1786: per conseguente il 1785 è stato il decimonono anno del ciclo antepassato. Togliendo da 1785 il 19 quante volte si può, si va a trovar primo del ciclo l' anno che precedette l' Era Cristiana: il qual si può elegger per epoca (poco importando ignorar l' origine del collocamento di questo ciclo nell' attual sua sede).

492. Quindi se vogliasi rinvenire il numero d' oro appartenente a qual anno si voglia, passato o futuro, dell' Era suddetta; per esempio al 1800: si aggiunga 1, e la somma 1801 si divida per 19; il quoziente 94 indica

il numero de' cicli trascorsi dall' epoca in poi; ed il residuo 15 manifesta il numero d' oro spettante all' anno 1800. Se niun residuo vi avesse, il numero d' oro sarebbe il 19, o sia l' ultimo del ciclo: ciò sarà nel 1804.

493. Questo ciclo lunisolare sarebbe stato perpetuamente utile, se andasse esente d'ogni errore. Ma come 235 lunazioni medie, cioè computate d' egual durata, son difettive di ore 1, min. 27 circa, per agguagliare esattamente lo spazio d' anni 19 giuliani, da giorni 365 $\frac{1}{4}$ ciascuno; dal qual difetto ne viene che in anni 312 $\frac{1}{2}$ il ritorno de' noviluni succede un dì prima di quello che il ciclo decennovennale indicherebbe: così al tempo della riforma Gregoriana (465) esso ciclo, che avanti serviva al computo della luna pasquale, fu abbandonato, ed assunto in vece quello delle Epatte, di cui tratteremo immantinente, e che serba soltanto una corrispondenza ordinale col Numero d' oro.

494. *Epatta*, voce di greca derivazione, significa *aggiunta*, ed è quel tempo che manca all' anno lunare onde agguagliare il terrestre. Per *anno lunare* non s' intende una rivoluzion

siderale o tropica della Luna intorno alla Terra, a quel modo che si è definito (300, 453) l'anno planetario ed il terrestre: s' intendono anzi dodici rivoluzioni *sinodiche* della luna, cioè dodici ritorni alla congiunzione col Sole od al novilunio, val a dir finalmente dodici lunazioni, o sia quante capiscono nell' anno terrestre. Ciascuna d' esse abbracciando giorni 29 $\frac{1}{2}$ (431), l'anno lunare viene a comprendere 354 giorni, e quindi è d' undici dì più breve dell' anno comune terrestre.

495. Poichè dunque da un novilunio all' altro passano giorni 29 $\frac{1}{2}$ circa, passerebbero giorni 14 e tre quarti dal novilunio al plenilunio, se i moti della luna e della Terra fossero equabili. Ma le ineguaglianze di essi fan sì; che talvolta il plenilunio cade nel giorno decimoterzo dell' età della luna, come si può vedere nel 1800, paragonando il novilunio dei 20 Agosto col plenilunio dei 3 Settembre, la distanza de' quali è di giorni 12, ore 22, min. 23; e che spessissimo il plenilunio avviene nel giorno decimoquinto della luna, siccome parecchie volte in detto anno, e precisamente dal Gennajo al Maggio.

496. Or bisogna sapere, esser regola della Chiesa Cristiana (e tal regola si attribuisce al primo Concilio generale, che fu quel di Nicea), di celebrare la Pasqua nella Domenica susseguente al decimoquarto dì della luna, che primo accada dopo il 20 Marzo, val a dir che intervenga nel dì o dopo il dì prefisso all' equinozio (461). Se il plenilunio sempre succedesse nel corso del dì quartodecimo della luna, questa regola basterebbe, affinchè la Pasqua de' Cristiani non mai concorresse insieme con quella degli Ebrei, la qual si fa nel dì stesso del plenilunio. Ma poichè abbiam veduto, che questo incorre sovente nel giorno quintodecimo della luna, il qual, quando fosse Domenica, deluderebbe le intenzioni della Chiesa: ecco per ciò il ripiego che fu adottato nel tempo della riforma Gregoriana.

497. Allora, per la cagione accennata poco sopra (493), v' era un ritardo di quattro dì nel calcolo de' noviluni cavati dal numero d'oro. Era d' uopo correggerlo, e si corresse in gran parte, non però in tutto. Fu lasciato a bella posta il ritardo d' un giorno, acciocchè il decimoquarto del-

la luna, computato col mezzo novamente abbracciato delle Epatte, non mai precedesse il dì del plenilunio. Per cotal modo si ottenne in vero l' intento; ma si rese grandemente imperfetto il computo per via delle Epatte onde rinvenire i veri tempi de' noviluni. Imperciocchè questo computo suppone equabili i moti della Luna, e del Sole (cioè della Terra): il che può portare la differenza d' un giorno circa dal novilunio medio al vero. Se questo errore si congiunga e cospiri con l'altro, rimasto al tempo della riforma, potranno sovente le Epatte porgere il novilunio due giorni circa più tardi del vero. Indaghiamone con pazienza la prova, imparando insieme a far uso di questa maniera di calcolo.

498. L' Epatta può definirsi eziandio come un numero, indicante i giorni d' età della luna al principio dell' anno terrestre, cioè nel dì primo Gennajo. Se il novilunio s' imbatta, a cagion d' esempio, in tal dì, l' epatta di quell' anno è zero; poichè la luna non giunge entro il primo Gennajo a compire un giorno dell' età sua. L' epatta dell' anno seguente sarà poi XI, essendosi detto già (494), che dodi-

lunazioni comprendono 354 dì, e il decimoterzo novilunio andera cascare nel 21 Dicembre, e conseguenza entro il primo del prossimo compirebbe la luna 30 giorni d' età. Questo numero raddoppierà, per le stesse ragioni, al dì primo dell' anno terzo; e l' epatta di questo sarà XXII. Del quarto saria 33, ma si dice III, poichè 30 appartengono alla lunazione antecedente. Di questo passo, aggiungendo sempre 11, e dibattendo 30 quando si può, si trova la serie delle 19 Epatte, corrispondenti al ciclo del numero d' oro, e che sono tutte diverse l' una dall' altra, la qual proprietà le rende atte all' uopo cui servono.

499. Il dibatter 30, quantunque una lunazione abbracci solamente giorni 29 $\frac{1}{2}$ circa, lungi dal generare errori, giovanzi a correggerli; ed eccone la ragione. Il preciso intervallo medio tra due noviluni successivi occupa giorni 29, ore 12, min. 44, secondi 3; siccome a suo luogo sarà dichiarato. Ora considerando l' anno lunare di giorni 354, si viene a supporre il mese lunare di giorni 29 $\frac{1}{2}$ esattamente, cioè minor del giusto per

44 minuti, 3 secondi. Questa omissione, fatta dodici volte, diventa di 8 ore, 48 minuti, 36 secondi al termine d' un anno lunare; ed ascende a giorni 7, ore 4, minuti 32 circa, in capo al ciclo di 235 lunazioni, corrispondenti a 19 anni solari (489). Ma la detrazione di 30 nel calcolo delle Epatte succede sei volte solamente, nel corso degli anni 19, siccome la tavola appresso dimostra, non comprendendosi l'ultima lunazione del ciclo, alla quale nel calendario Gregoriano si assegnano sempre giorni 29. Adunque nelle 235 vi sono sei lune, alle quali si dà la durata di 30 dì; val a dire di ore 11, min. 16 oltre il dovere, per ciascheduna: la qual quantità in sei fiate produce due giorni, 19 ore, 36 minuti. Si dibattano le ore 12, min. 44, che si danno di meno all' ultima lunazione; resterà un eccesso di giorni 2, ore 6, min. 52. Si aggiungano 5 dì a cagione degli anni bisestili, ne' quali il calendario Gregoriano accresce un giorno alla lunazione in cui cade il dì 29 Febbrajo. L'eccesso totale sarà di giorni 7, ore 6, min. 52, che ricompensa quasi perfettamente il difetto trovato so-

pra, di giorni 7, ore 4, min. 32, 500. La piccola esuberanza di ore 2, min. 20, che soprabbondano su l' età dell' ultima lunazione, è spenta in parte dal mancamento di ore 1, min. 27, che abbiamo accennato sopra (493). Si riduce adunque a minuti 53 lo svario d' un ciclo: se non che vi si arroge altro errore, dall' esser talvolta non cinque, ma solamente quattro gli anni bisestili nel corso del ciclo. Queste diseguaglianze si aggiustano, correggendo l' Epatta di un' unità nel principio del secolo, quando faccia mestieri. Dall'anno 1700 al 1900 non ce ne ha d' uopo. Ecco l' ordine delle Epatte, che seguita a correre per tutto il presente secolo decimonono.

Numero d'oro.	Epatta.	Numero d'oro.	Epatta.
1	0	10	IX
2	XI	11	XX
3	XXII	12	I
4	III	13	XII
5	XIV	14	XXIII
6	XXV	15	IV
7	VI	16	XV
8	XVII	17	XXVI
9	XXVIII	18	VII
		19	XVIII

501. Al corrente anno 1802, ch'è decimosettimo nel ciclo aureo, appartiene l' Epatta XXVI. All' anno venturo spettano il numero d' oro 18, e l' Epatta VII. Così procedendo, toccano al 1804 il numero aureo 19, e l' Epatta XVIII. Ogni volta che termina il ciclo aureo, si torna da capo; e però nel 1805 regneranno il numero d' oro 1, e l' Epatta zero, la quale ne' calendari perpetui suole contrassegnarsi con asterisco *. Or si osservi il caso dell' ultima lunazione del ciclo, alla qual si attribuiscono sempre giorni 29, come ho detto poc'anzi. Aggiungendo XI conforme il solito, l'Epatta XVIII del 1804 porterebbe al 1805 l'Epatta XXIX. Ma la tavola dà in vece l' Epatta o. Dunque la sottrazion questa volta è di 29.

502. Quando si tiene a memoria il numero d' oro, vi ha un computo facile per conoscer l' Epatta. Si diminuisca il numero aureo d' una unità, si moltiplichi poscia per 11, il prodotto si divida per 30, il residuo di tal divisione è l' Epatta. Per esempio, il numero d' oro dell' anno corrente essendo 17, si moltiplichi 16 per 11, ed il prodotto 176 diviso per

30, darà il quoziente 5, ed il residuo 26. Il quoziente non giova qui: ma il residuo dinota l' Epatta, che in fatti è XXVI. Quando il numero d'oro è 1, non c' è bisogno di calcoli, già si sa che l' Epatta è o. Ecco la ragione, per cui nel computo togliesi 1 dal numero aureo. Come poi a misura che questo s'aumenta di 1, l'Epatta cresce di 11, quindi viene la regola del moltiplicare per 11. Finalmente la divisione per 30 non è altro che sottrar 30 dalle Epatte quante volte si può.

503. Vediamo ora, come si faccia, col mezzo dell' Epatte, a trovare i giorni de' noviluni, secondo il computo Ecclesiastico. Si comincia a dibatter da 30 il numero dell' Epatta, quel che resta, accresciuto di 1, porge il dì del novilunio in Gennajo. Il lettore ne scorgerà da sè la ragione agevolmente. Che se l' Epatta fosse zero, o sia *, sappiam già il novilunio esser nel primo dì (498). Scoperto il giorno del novilunio primiero dell'anno, si deducono le giornate dei susseguenti, aggiungendo una volta 29, ed una 30; e così successivamente: giacchè la durata delle lunazioni es-

sendo di giorni 29 ½ circa, fa d' uopo, per evitare i rotti, assegnare alle stesse or 29, ed or 30 dì alternatamente. Quando poi l' Epatta è maggiore di XXIV, e così ancora quand' ella è o, allor si comincia ad aggiunger 30, poi 29, indi 30, ecc. Con tal cangiamento si guadagnano giorni 3 circa in ogni ciclo; ed inoltre si viene a conseguire ciò ch' ebbero in mira i Padri del Concilio Niceno, di tener fermo quanto fosse possibile l' uso antico della Chiesa, che la lunazione pasquale sia di giorni 29; come in fatti succede sempre, salvo che ne' due casi soli, quando l' Epatta è XXIV, o pur 25. Bisogna poi ricordarsi d' accrescere un giorno alla lunazion di Febbrajo negli anni bisestili; e con ciò si guadagnano per lo più altri 5 dì. Se ne perde uno, facendo di giorni 29, in cambio di 30, *l' ultima lunazione del ciclo (499)*. Si acquistano dunque in totalità 7 giorni circa; che vengono a compensare il difetto dei 29 ½ assegnati alle lunazioni (499). Questi sono in compendio gli artifizi del computo Gregoriano.

504. Or si mettano in pratica le regole precedenti, indagando i giorni

de' noviluni dell' anno 1800. Poichè ad esso appartiene l' Epatta IV, togliendo 4 da 30 riman 26, che accresciuto di 1, costituisce il novilunio di Gennajo nel dì 27. L' Epatta essendo minore di XXV, si dee cominciar dall' aggiungere 29. Unisco 4 a 27 per compire il Gennajo: mi resta da aggiungere 25, che viene ad essere il giorno del novilunio in Febbrajo. Or debbo aggiungere 30. Pongo 3 per compire il Febbrajo: riman 27 per dinotare il dì del novilunio in Marzo. Adesso conviene aggiungere 29, con che si ha il novilunio ai 25 d' Aprile. Seguitando in tal guisa, si trovano i noviluni seguenti, ai 25 di Maggio, ai 23 di Giugno e di Luglio, ai 22 d'Agosto, ai 20 Settembre, ai 19 Ottobre, ai 18 Novembre, ai 17 Dicembre. Quest' ultima luna ha compito dunque il decimo quinto giorno di sua età nel dì primo Gennajo del 1801, al qual anno spettò giustamente l' Epatta XV (474).

505. Confrontando co' giorni del novilunio vero, indicato ne' mesi del nostro Almanacco, i giorni dell' ecclesiastico rinvenuti testè, si riconoscerà tardar questo per lo più due dì: il

che nasce per li motivi già dichiarati (497). Vaglia ciò d' avvertimento a coloro che servonsi delle Epatte per sapere l' età della luna a quel modo che insegneremo ben presto. Quando hanno in oggetto d' aver notizia, se la luna fa chiara la notte, posson valersi d' una regola facile, che a questa occasione soggiungo. La luna nel *primo* quarto illumina le *prime* ore o sia la prima metà della notte; la luna piena, o sia *tutta* splendente, alluma *tutta* la notte; la luna nell' *ultimo* quarto, stenebra le *ultime* ore o sia la seconda metà della notte. Tra una fase e l' altra, si fa un computo di proporzione: per esempio, se la luna ha passato di 4 giorni circa il primo quarto, rende lume la prima metà della notte, ed inoltre la metà della seconda metà; cioè li tre quarti della notte.

506. La regola data poc' anzi per trovare li giorni de' noviluni Gregoriani, può esser nojosa quando non si cerchino tutti, ma si brami saperne qualcuno, così ad un tratto. Valendosi di quella per li tre primi mesi dell' anno, si può quanto agli altri usar la seguente, che di leggieri si tiene a

memoria, ma che falla talvolta d' una giornata. Aggiungasi all' Epatta il numero de' mesi, principiando da Aprile e venendo a quello di cui si rintraccia il novilunio: si tolga la somma da 30 (o pur da 60, se la somma eccedesse 30); il residuo dinoterà il dì richiesto.

Esempio. Si domanda il giorno del novilunio ecclesiastico nel Giugno dell' anno 1800. Questo mese è il terzo cominciando dall' Aprile: perciò aggiungo 3 all' Epatta che è 4, ed ho 7 che sottraggo da 30, il residuo 23 è appunto il giorno che si rinvenne poc' anzi (504). In Luglio si troverebbe 22, in vece di 23.

507. Quando si sa il giorno del novilunio, ognun definisce l' età di quella luna a qualunque dì susseguente. Ma volendo conoscerla di botto, senza saper la giornata del novilunio, si ottiene l' intento, poco più poco meno, sol che si aggiunga, ne' primi tre mesi, il giorno del mese con l' epatta; e negli altri, eziandio il numero de' mesi partendo da Aprile. Esempio. Voglio sapere l'età della luna nel dì 17 Giugno 1800. I mesi sono 3 contando da Aprile: l' Epatta è 4. Fo

dunque l' addizione del 17 col 3 e col 4, e la somma 24 è l' età della luna nel giorno proposto. Di fatti il novilunio ecclesiastico precedente sta nel 25 Maggio (504). Il 31 è dunque il settimo della luna: per conseguente il dì 17 Giugno sarà il ventiquattresimo.

508. Or conviene insegnar le regole per trovare il giorno di Pasqua in qual anno si voglia: questa essendo la solennità principale, e da cui dipende la sede di tutte le feste mobili. Il novilunio pasquale non può mai precedere il dì 8 Marzo: poichè avanti il 21 non deve mai cadere il quartodecimo giorno della luna (496). La Risurrezione si celebra la Domenica susseguente a questo giorno. Dunque il più presto che possa arrivar la Pasqua è nel dì 22 Marzo: e ciò succederà nell' anno 1818. Il più tardi poi è nel dì 25 Aprile: quando cioè il novilunio di Marzo cade nel dì 6. Allora l' Epatta debb' essere XXV (503); ed il far della luna pasquale nel 5 Aprile. Per conseguenza il 18 è il decimoquarto della luna. Caso che sia Domenica, la Pasqua appartiene alla susseguente, cioè al 25 Aprile: e que-

sto non avverrà avanti l' anno 1886.

509. A trovare il giorno di Pasqua in qualunque anno, bisogna per tanto investigar primamente, in qual dì cada il novilunio ecclesiastico fra l' 8 Marzo e il 5 Aprile inclusivamente: indi aggiunger 13 a questo dì, onde avere il decimo quarto della luna. La Domenica dopo questo è quella di Risurrezione. Così nell' anno 1800, poichè tra i limiti detti or ora intervenne il novilunio pasquale nel dì 27 Marzo (504); perciò aggiungendo 13, si va ai 9 Aprile; il qual giorno essendo Mercoledì, la Domenica successiva occupa il dì 13 Aprile, che è quel della Pasqua del 1800.

510. Determinato il giorno di Pasqua, si procede a stabilir quelli delle altre feste mobili, con le regole seguenti. La Settuagesima sta nove settimane prima: le Ceneri 46 dì. Le Rogazioni precedono l' Ascensione, la quale ha il suo luogo 40 giorni dopo Pasqua. Aggiungendo ai 40 altri 10, giugne la Pentecoste: la cui ottava è la Trinità: nel Giovedì susseguente il Corpus Domini. La prima Domenica dell' Avvento è quella interposta fra i

i 26 Novembre, e li 4 Dicembre; esclusivamente

511. Le digiune delle quattro stagioni, o sia delle quattro tempora, sono state prescritte da Gregorio VII nell' epoche seguenti: prima settimana di quaresima; settimana della Pentecoste; dopo l' Esaltazion della Croce; terza settimana dell' Avvento.

512. Rimane da dir due parole del ciclo d' *Indizione*, e del periodo giuliano. Le indizioni si usavano come citazioni ai tribunali ne' tempi di Costantino, e de' seguenti Imperari. Poscia servirono a formare un periodo di 15 anni, adottato dai Papi, e dai Veneziani, per giunta alle date. Credesi che abbia avuto principio nell' anno 312: dal quale ritrocedendo di 15 in 15, si può stabilire l' epoca sua, come fosse incominciato 3 anni avanti G. C. Quindi a trovar l' Indizione per un anno qualvogliasi, questo si accresca di 3 unità, e così aumentato si divida per 15, il resto della divisione è ciò che si cerca. Il presente anno, con l' addizione di 3, divien 1805; nel qual numero il 15 entra 120 volte, e rimane il residuo 5, ch'è appunto l'Indizione del 1802.

§ 13. Il *Periodo Giuliano* è una misura cronologica universale, di cui molti autori fanno uso: proposta da Giuseppe Scaligero nel secolo decimosesto. Non ben si sa per qual causa egli lo abbia denominato *giuliano*: basta che niun lo confonda coll' anno giuliano, o coll' epoca degli anni giuliani, le quali cose son definite (461). Riputiamo conveniente farlo conoscere; siccome figlio dei tre cicli, solare, aureo, e d' indizione, de' quali abbiam trattato finora. Moltiplicando insieme 28, 19, 15, che sono i numeri d' essi cicli, il prodotto 7980 è il periodo giuliano. Egli adunque si stende per anni 7980, nel corso de' quali non è mai possibile che s' incontrino insieme gli stessi numeri dei tre cicli più d'una volta. Compito un periodo, essi numeri tornano a correre col medesimo ordine, che tennero nell' antecedente: val a dire che, 7980 anni fa, sarebbero stati gli stessi che sono in quest' anno; e così dicasi in qualunque altro: senza che ciò avvenir possa più presto giammai. Indagando a qual anno corrisponda il numero 1, o sia il principio contemporaneo di tutti e tre, si pervien, col

favore de' computi matematici, a stabilirlo nell' anno 4713 avanti la nascita di G. C. Egli è indifferente che allora il mondo esistesse o no: la verità del calcolo regge ugualmente. Chi voglia per tanto sapere qual anno del periodo giuliano sia qualunque anno dell' Era nostra, a quest' ultimo aggiunga 4713, ed avrà quel che cerca. Il corrente, per conseguenza, è l' anno 6515 del periodo giuliano. Dividendo l' anno di questo periodo per 28, per 19, per 15, li residui delle tre divisioni son li numeri respettivi d' ogni ciclo in quell' anno. E però 6515 diviso per 28, lascia il residuo 19, ch' è il numero attuale del ciclo solare: 6515 diviso per 19, dà il resto 17, ch' è il numero d' oro di quest' anno: finalmente 6515 diviso per 15, porge il residuo 5, ch' è appunto l' indizione che corre. Ecco per tanto una nuova regola per trovare, in qualunque tempo dell' Era Cristiana, li numeri dei tre cicli.

CAPITOLO XXII.

Della misura del tempo.

514. Due sorta di tempo usano gli astronomi: il vero, ed il medio. *Tempo vero* si dice quello, che è misurato dal moto diurno apparente del Sole; e su questo si regola la civil società. *Tempo medio* è poi quello, che saria misurato da un orologio infallibile; e questo è proprio degli astronomi, i quali non adoprano il vero altro che sussidiariamente.

515. Queste definizioni assai danno ad intendere, che il tempo vero non è uniforme: poichè se discorda dal medio, discorda dall' orologio infallibile. (Donde sembra più sano per avventura il consiglio di coloro, che in vece di vero lo intitolano *apparente*). Di fatti il tempo che passa dal mezzodì d' oggi a quello di domani non è quasi mai uguale al trascorso dal mezzogiorno di jeri a quel d' oggi: e ne vedrem la ragione ben presto.

516. Allora è mezzodì, quando il centro del Sole è nel piano del meri-

diano. S' immagini il lettore un muro, che venga via dritto dritto dal polo, passi sui piedi a chi legge, prosegua e traversi la linea equinoziale, e tiri avanti persino all'altro polo cioè all' antartico. La superficie di questo muro figura il piano d' un meridiano: il qual appartiene del pari a ciascuno degl' infiniti punti della Terra, toccati dalla detta superficie. Ad ogni altro punto, che sia a levante o vero a ponente di essa, spetta un meridiano diverso. Le costole de' poponi sono un' immagine, che a me par molto acconcia a soccorrer la fantasia per concepire una giusta idea delle disposizioni de' meridiani. Figuriamoci quelle costole sottilissime, e tante quante capir ne può, cioè grandemente vicine una all' altra: multiplichiamo in proporzione i muri mentali sopra la superficie terrestre; nulla costa al pensiero innalzarli tanto, quant' è lontano il Sole; quel muro, che va a ferire il centro di lui, segna sul suolo tutti li punti terrestri, che hanno in quell' istante il mezzodì.

517. La Terra rotando intorno a sè stessa (Cap. XIV) conduce que' muri uno dopo l' altro ad investire il cen-

tro del Sole, ch' è immobile (350); ed ecco non poter esser contemporaneo il momento del mezzodì ne' paesi traversati da meridiani diversi. Quand' è il mezzodì a Padova, per esempio, mancano ancora 10 minuti e tre quarti, ad essere il mezzodì a Milano: poichè questa è situata a ponente di quella terra, per un tratto bastevole a quel ritardo. Le diverse contrade d' una città, poste ad oriente o vero ad occidente l' una dell' altra, non hanno, rigorosamente parlando, il mezzodì nell' attimo stesso: ma perchè il divario è tenue, non monta alle bisogne civili tenerne conto; per altro gli astronomi non trascurano le più piccole differenze. La Specola, esempigrazia, che ho eretto vent' anni fa nella mia abitazione in Parigi, ha il mezzodì una quinta parte di minuto secondo dopo il Publico Osservatorio. La differenza va a sette e mezzo secondi con la Specola di *Lalande*.

518. L' intervallo da un mezzodì al susseguente si scompartisce in ore 24 nell' uso della società, e costituisce la durata d'un *giorno vero* Tentiamo di ben conoscerlo: applicando il discorso ad un meridiano dato; a quel-

lo che passa, a cagion d' esempio, per la punta del campanile del Duomo di Milano. A fare che quel meridiano abbandoni il centro del Sole, poi torni a colpirlo, sembra chiarissimo dover la Terra eseguire una rotazione intera. Pur questa non è sufficiente; a cagione che il nostro globo non è oggi ne' cieli in quel posto, nel quale era jeri. Abbiamo veduto (314), ch' esso travalica giornalmente da circa un milione quattrocento mila miglia. Quindi ogni abitator suo mira oggi il Sole verso una parte del cielo, notabilmente diversa da quella dove il vedeva jeri. A quella guisa, che se nel mezzo alla volgarmente detta platèa d'un teatro stia fermo un uomo, il guardarlo noi da un palchetto, o dall' altro del pian terreno, fa che il vediam dirimpetto a due palchetti differenti.

519. Considerando per ora uguale, ogni giorno, quel viaggio con cui la Terra fa un giro compiuto in un anno d'intorno al Sole; il cangiamento diurno del nostro posto vale una trecensessantesima quinta parte del cangiamento annuo. Con questo ragguaglio bisognerà, che la Terra faccia una ro-

razione, ed inoltre il trecensessantesimo di questa, per ricondurre quel meridiano a batter nel centro del Sole. E dico *inoltre;* cioè di più, e non di meno; conciossiachè la rotazione si fa da ponente verso levante, essendo chiaro ch' ogni porzione terrestre si volge verso quella banda, dalla quale scorgiamo gli astri spuntare successivamente: all' opposito il moto annuo succede per direzione, comechè obbliqua, ma pur contraria; poiche apparendoci il Sole accostarsi continuamente alle stelle, che sono a sinistra (344), o vero a levante di lui, vien di legittima conseguenza che il nostro globo cammina verso occidente.

520. Assegnando ore 24 alla rotazione terrestre, le quali equivagliono ad 86400 minuti secondi, si divida questo numero per quello de' giorni dell' annua rivoluzione, cioè (455) per 365, e 242 millesimi, e si raccoglierà, che la rotazione compita dee continuare per 236 $\frac{1}{2}$ secondi, affinchè il meridiano Milanese si volga verso levante quant' è mestieri per compensare il trasporto suo verso ponente, operato dalla rivoluzione. Se non che in questo computo siam partiti dalla

supposizione, che il moto annuo della Terra si faccia per ugual tratto ogni dì. Or questa ipotesi differisce notabilmente dalla verità del fatto, poichè vedemmo (402), che dall' inverno all' estate il divario monta persino a 48 mille miglia. Adunque la rotazione dovrà continuare, talvolta più talvolta meno dei 236 $\frac{1}{2}$ secondi, che sono la quantità mezzana; secondo che sarà stata maggiore o minore la traslazione del meridiano, assunta pur anche in considerazion la tendenza di questo moto.

521. Se con l' animo si partisce in quattro quarti l' arco dell' orizzonte, compreso dai punti cardinali di ponente e di mezzogiorno, si potrà intender la direzione dell' annuo nostro cammino. Si allontana essa dal vero occidente un di que' quarti all' incirca: talchè il piano del meridiano si move rotando verso il preciso oriente, in tanto che la Terra si trasferisce alla volta di ponente libeccio, altrimente anche detto ponente garbino: ed in ciò consiste l' obliquità, che abbiam sopra toccata. L' andamento verso l' ultima plaga fa sì, che ogni meridiano muta continuamente il suo aspetto in

riguardo al Sole, e quest' è un' altra causa modificante i 236 ½ secondi d' aggiunta alle ore 24 della rotazione.

522. Il minimo intervallo da un mezzodì al susseguente consiste in ore 24, min. 3, secondi 35 ½; ed osservasi dagli astronomi alla metà di Settembre. Il massimo abbraccia ore 24, min. 4, secondi 26 ½; ed ha la sua sede tra li 21 e li 23 Dicembre. Questo si scosta più dell'altro dal medio, ore 24, min. 3, secondi 56 ½, trovato sopra: stante che nei 236 ½ secondi ha pur parte l' obliquità dichiarata poc' anzi. Quattro volte si effettua l' intervallo medio, cioè circa li 10 Febbrajo, li 15 Maggio, li 26 Luglio, e li 2 Novembre.

523. Egli è dunque impossibile, che i nostri orologi, se sono buoni, vadano bene giammai, regolandoli come facciamo; cioè pretendendo che il tempo tra due meriggi consecutivi sia d' ore 24 giuste. Se il vero eccesso da queste fosse uguale ogni dì; se consistesse, a cagion d' esempio, costantemente nella quantità media, min. 3, secondi 56 ½; niun errore ne seguirebbe, potendo noi far tardare li nostri orioli di tanto, che in vece di

compiere, da un mezzodì all' altro, ore 24, min. 3, secondi 56 $\frac{1}{2}$, fornissero solamente ore 24. Ma il danno proviene dall' ineguaglianza effettiva e reale degl' intervalli.

524. Sono state bensì inventate, da più che un secolo fa, macchine accomodate a tener dietro a quelle disuguaglianze: e si appellano orologi *ad equazione*, siccome quelli che adeguano il tempo vero ineguale. Ma se difficilissimo è l' adattare cotal meccanismo agli oriuoli da tasca, non è tampoco agevole la riuscita perfetta in quelli da muro.

525. Parlando per tanto delle macchine di generale servigio, l'espediente migliore consiste nel regolarle sopr' una misura costante del tempo; ed aver alle mani una tavola, che indichi giornalmente, quanto debbano allontanarsi dall' ora del Sole, per andar bene. A questo partito si sono appigliati pur anche gli astronomi, i quali non possono far cosa che vaglia, senz' una misura infallibile del tempo. Sì fatta misura si può pigliar dalle stelle con ogni fiducia, poichè abbiam veduto (372), che l' immensa loro distanza da noi rende nulle quel-

le apparenze, le quali osserviamo nel Sole per effetto del moto terrestre. Noi attribuiamo a lui il cammino, che fa il nostro globo, perchè mutando noi sito, veggiamo quell'astro rispondere a punti diversi del cielo (518). Non possiamo attribuire alle stelle il viaggio nostro, perch' esse ci appajono sempre ferme, qualmente ci apparirebbero, se la Terra non avesse alcun moto.

526. Poichè dunque il moto annuo della Terra non altera punto, ai nostr' occhi, la situazion della stella, dovrà costei ritornare nel piano d' un dato meridiano, a capo d' una rotazione terrestre nè più nè meno. Se per tanto assumiamo la divisione del giorno solare mezzano in ore 24; cioè di quel giorno, che abbraccia ore 24, min. 3, secondi 56, centesimi 55 allor quando si assegnano ore 24 alla rotazione: in tal caso a trovare il tempo di questa, relativo alle ore 24 solari, s' instituisce la proporzione seguente; 24 ore 3′ 56″, 55 stanno a 24 ore della rotazione, come 24 ore solari da un mezzodì al susseguente stanno ad un quarto termine, il qual, computando questa regola del tre, si trova essere 23

ore 56′ 4″, 1. Quest' è il *tempo solare medio*, nel qual si compie una rotazion della Terra, e negli estremi del quale il piano d'un meridiano abbandona una stella indi torna a colpirla.

527. Qualche astronomo regola i suoi pendoli sulle stelle, facendogli avanzare in guisa, che mostrino il corso d' ore 24 nel tempo delle suddette 23 ore 56′ 4″, 1. Siffatti orologi segnano sempre ore 12 al momento del transito d' una medesima stella pel medesimo meridiano. Avanzano per conseguenza 3′ 56″ ogni dì dagli altri orologi: a capo di 15 giorni avanzano un' ora manco un minuto; a capo di 30, due ore manco due minuti; a capo d' un anno avanzano ore 24, e quindi lo aggrandiscono d' un dì. In questo metodo ci è il vantaggio, che ad ogni ora passa pel meridiano una ventiquattresima parte precisamente della sfera stellata; e le ore 24 di questa specie si dicono il *tempo del primo mobile* (284): quindi l' astronomo sa facilmente l'istante in cui deve passare quella o quell' altra stella, e si prepara per osservarla.

528. A raffigurare la detta venti-

quattresima parte, concepiamo la Terra divisa in 24 porzioni, simiglianti alle costole d' un popone, ma regolari ed eguali perfettamente una all' altra: li due meridiani terminatori d' una porzione piglieranno il luogo un dell' altro nel termine d' un' ora; cioè quello a ponente anderà nel sito in cui era quello a levante; ed immaginando noi elevati sino alle stelle li piani di que' meridiani, tutto il cielo compreso fra essi parrà traversare il primo nello spazio d' un' ora. E dico *parrà*, posciachè nè cielo nè stelle si movono, ma tutto consiste nel rotar della Terra.

529. Supponiamola cinta nel suo bel mezzo da un filo, che sempre osservi la distanza medesima da entrambi i poli, occupando così la circonferenza dell' equatore, forse meglio conosciuta col nome di linea equinoziale: e supponiamo il filo spartito con nodi in 360 porzioni uguali. Ognuna di queste porzioni sarà un grado della circonferenza terrestre, e sarà lunga 60 miglia (85).

530. Quest' è la maggior distanza nella superficie terracquea, fra i piani de' meridiani passanti per due nodi

consecutivi. Ma perchè i meridiani tragittano *tutti* e s' intersecano in ambi i *poli*; siccome ne danno un' *immagine*, appresso a poco, le costole de' poponi, le quali riunisconsi tutte in quel sito ove il frutto distaccasi dalla pianta, e nel sito opposto: perciò li piani di due meridiani si appressano insieme vie più, quanto son più vicini al polo i paesi o punti terrestri, pe' quali trapassano. Bensì è da notare, che la distanza di miglia 60, nell' equatore fra i due meridiani anzidetti, non diventa già di 30 miglia, a mezzo cammino dall' equatore al polo, ma solamente ai due terzi: imperocchè la diminuzione succederebbe nella prima proporzione (che appellasi *geometrica*), se la superficie terracquea, intercetta da due meridiani, fosse piana, e terminata da linee rette; ma per essere sferica, e terminata da cerchj, lo scemamento accade secondo una proporzione trigonometrica.

531. Lo spazio terrestre, compreso fra due meridiani, viene ad aver la figura dell' interna superficie d' un fuso segato per mezzo al di lungo, distesa od incollata sopra un globo.

Tal superficie, nel sito della maggior sua larghezza, è tagliata dall' equatore: e poichè 15 gradi fanno il ventiquattresimo della circonferenza, perciò dentro un' ora di tempo piglieranno il luogo un dell' altro due meridiani, terminatori d' un fuso di superficie terrestre, il ventre del quale contenga un arco equatoriale di 15 gradi: così quest' arco sarà d' un grado nella quintadecima parte d' un' ora, cioè nel tempo di 4 minuti. Chiamo *base* del fuso ogn' arco di simil fatta, e trasportando al cielo quel che succede in terra, dico qualmente ogni astronomo scorge trapassare pel suo meridiano, ogni quattro minuti dell' orologio regolato sulle stelle, tanta regione di fuso celeste quanta corrisponde alla base d' un grado: per conseguenza mezzo grado celeste ad ogni due minuti; un quarto, o sia 15 minuti, di grado in ciascun minuto di tempo; e così discorrendo. Adunque moltiplicando per 15 il tempo espresso in minuti, si ottien la misura, in minuti di grado, della base del fuso celeste o terrestre abbracciato da due meridiani, che dentro quel tempo pigliano il luogo un dell' altro in virtù

della rotazione. Se il tempo fosse espresso in secondi, moltiplicandolo per 15, il prodotto darebbe l' accennata misura in secondi di grado.

532. Quando però ho detto sopra, che la distanza in tempo tra la specola di Lalande e la mia in Parigi è di secondi $7\frac{1}{2}$, ciò significa, la distanza tra i meridiani di esse valer 15 volte $7\frac{1}{2}$, o vero $112\frac{1}{2}$ secondi di grado della circonferenza terrestre. Ora un minuto di grado stendendosi un miglio nella linea equinoziale (529), un secondo di grado si stenderà la sessantesima parte d' un miglio, la qual torna (85) in piedi del re 95 poco più. Quindi li $112\frac{1}{2}$ secondi di grado abbracciano giustamente 10695 piedi nella circonferenza dell' equatore. Ma nella posizion di Parigi, ch' è lontana da quello per gradi 48, minuti 50 (la qual lontananza così espressa dicesi *latitudine*), la differenza di $112\frac{1}{2}$ secondi di grado importa solo 7040 piedi, a cagion dell' appressamento de' meridiani (530).

533. Per tanto i gradi di latitudine, val a dir quelli de' meridiani, andanti cioè da mezzogiorno a tramontana e viceversa, son tutti di *lunghez-*

za eguale; negligendo qui la piccola differenza che vien dallo schiacciamento (86). Non così va la bisogna nei gradi di *longitudine*, o sia da levante a ponente e viceversa; i quali son vie più corti, quanto più son vicini al polo: altro non essendo essi che le distanze tra due meridiani. Tutti li punti terrestri, che hanno una stessa latitudine, o vogliam dire che sono ad una stessa distanza dall' equatore, si dicono essere sul medesimo *parallelo*: giacchè se per essi passi un filo, è cosa manifesta costituir questo una circonferenza parallela, che significa equidistante, a quella della linea equinoziale. Ma tutte le circonferenze, grandi o piccole, si spartiscono in 360 gradi. Adunque il grado del parallelo scema via via di lunghezza, quant' è più vicino al polo. Nella latitudine de' gradi 45, che intorno intorno si è quella della Lombardia e di queste regioni, un grado di parallelo si stende miglia 42 $\frac{1}{2}$, in cambio di 60 che costituiscono un grado di meridiano in qualunque parte del globo.

534. Tornando al regolamento degli orologi, che fa il principale scopo del presente Capitolo, quasi tutti gli

astronomi li governano in guisa, che facciano ore 24 giuste in un giorno solare mezzano (526). Queste ore son più lunghe di quelle del primo mobile, il qual compie la sua circolazione apparente, in ore della medesima specie 23, minuti 56, secondi 4, decimi 1. Adunque in un' ora di queste passeranno per qualsisia meridiano più di 15 gradi della sfera stellata (531), ed il di più consisterà nella trecensessantesima quinta parte di 15 gradi (519), la qual viene ad essere 2' 27", 8 (457). Quindi nel corso d' un giorno solare medio passano da qualunque meridiano 360 gradi, 59 minuti, 8 $\frac{1}{2}$ secondi di cielo (455).

535. Come poi il giorno *vero* talora è più lungo, talora più corto del medio (522), così gli astronomi computarono la differenza, che ci debb' essere, dall' uno all' altro, ogni dì nel momento del meriggio. Quindi osservano il transito del centro del Sole pel meridiano, e se in quell' istante il loro pendolo s' allontana dalle ore 12 quanto vale la differenza come sopra calcolata, conchiudono andar esso egregiamente. Non altrimente dovreb-

be procedere ogni persona, che voglia guidare i suoi orologi con moto uniforme e giusto. Per di lei norma daremo or ora una tavola indicante la suddetta differenza, espressa in minuti solamente, essendo inutile per li comuni oriuoli specificare i secondi e li decimi di secondo, fino alla qual precisione debbono andare e realmente vanno i migliori pendoli astronomici. Bisogna bensì por mente, che il cangiamento d' un minuto non mai avviene tutto in un dì, ma a forza d' accumularsi li minuti secondi de' giorni antecedenti: per la qual cosa fia sano consiglio, che niuno tocchi l' indice de' minuti nel proprio oriuolo, se non quando il divario sia maggior d' un minuto.

536. La differenza dal mezzodì vero al medio si nomina *equazione del tempo:* ecco la ragione del titolo della tavola che susseguità. Il simbolo + significa, i numeri esser minuti *da aggiungere* alle ore 12, per aver l' ora che debbe fare al momento del mezzodì un orologio il qual vada bene: il simbolo — dinunzia minuti *di meno* delle ore 12. Si sottintende regnare uno stesso simbolo, sin tanto che l' altro non sopraggiunga.

Tavola dell' equazione del tempo.

Giorni.	Genn.	Febb.	Mar.	April.	Mag.	Giug.
1	+ 4	+ 14	+ 13	+ 4	— 3	— 3
2	5	14	12	4	3	2
3	5	14	12	3	3	2
4	6	14	12	3	4	2
5	6	15	12	3	4	2
6	7	15	11	2	4	2
7	7	15	11	2	4	2
8	7	15	11	2	4	1
9	8	15	11	1	4	1
10	8	15	10	1	4	1
11	9	15	10	1	4	1
12	9	15	10	1	4	1
13	9	15	10	0	4	0
14	10	15	9	0	4	0
15	10	15	9	0	4	0
16	10	14	9	0	4	0
17	11	14	8	— 1	4	0
18	11	14	8	1	4	+ 1
19	11	14	8	1	4	1
20	12	14	8	1	4	1
21	12	14	7	1	4	1
22	12	14	7	2	4	1
23	12	14	7	2	4	2
24	13	14	6	2	4	2
25	13	13	6	2	3	2

Tavola dell' equazione del tempo:

Giorni.	Genn.	Febb.	Mar.	April.	Magg.	Giug.
26	+ 13	+ 13	+ 6	— 2	— 3	+ 2
27	13	13	5	3	3	3
28	14	13	5	3	3	3
29	14		5	3	3	3
30	14		4	3	3	3
31	14		4		3	

Tavola dell' equazione del tempo.

Giorni	Lugl.	Agost.	Sett.	Ott.	Nov.	Dicem.
1	+ 3	+ 6	0	— 10	— 16	— 10
2	4	6	— 1	11	16	10
3	4	6	1	11	16	10
4	4	6	1	11	16	9
5	4	6	2	12	16	9
6	4	5	2	12	16	8
7	4	5	2	12	16	8
8	5	5	3	13	16	8
9	5	5	3	13	16	7
10	5	5	3	13	16	7
11	5	5	4	13	16	6
12	5	5	4	14	16	6
13	5	4	4	14	15	5
14	5	4	5	14	15	5
15	5	4	5	14	15	4

Tavola dell' equazione del tempo.

Giorni.	Lugl.	Agos.	Sett.	Ottob.	Nov.	Dicem.
16	+ 6	+ 4	— 5	— 14	— 15	— 4
17	6	4	6	15	15	3
18	6	3	6	15	14	3
19	6	3	6	15	14	2
20	6	3	7	15	14	2
21	6	3	7	15	14	1
22	6	3	7	15	13	1
23	6	2	8	16	13	0
24	6	2	8	16	13	0
25	6	2	8	16	13	+ 1
26	6	1	9	16	12	1
27	6	1	9	16	12	2
28	6	1	9	16	12	2
29	6	1	10	16	11	3
30	6	0	10	16	11	3
31	6	0		16		4

537. Adunque un orologio ben regolato deve segnar, nell' istante del mezzodì, ore 12 min. 4 il dì 1 Gennajo, ore 12 min. 15 dai 5 ai 15 di Febbrajo, ore 11 min. 57 il dì 1 Maggio, ore 11 min. 44 dai 23 Ottobre ai 12 Novembre; e così discorrendo. Acciocchè poi ben s' intenda il pro-

gresso de' minuti, soggiungerò: l'equazione del tempo il dì 4 Febbrajo, a cagion d' esempio, esser min. 14, secondi 26; la tavola dice min. 14, perchè li secondi non passano i 30, cioè il mezzo minuto: l' equazion del dì 5 ella è poi min. 14, secondi 30, decimi 5; e la tavola dice min. 15, per esservi un mezzo secondo oltre i 30. Con tal regola sono scritti tutti gli altri numeri. Per il che quando cangiano d' una unità, come dal 4 al 5 ne' due primi giorni dell' anno, si deve intender che nel dì 1 l'equazione non supera li min. 4 $\frac{1}{2}$, e che nel dì 2 li supera: e così sempre. Il maggior cangiamento diurno dell' equazione è di 30 secondi, e succede tra li 19 e li 26 Dicembre. Per conoscerlo, appresso a poco, in qualunque tempo, ripartite 60 secondi sui giorni, in cui l' equazione persevera invariata. Verbigrazia, per 4 giorni, dai 20 ai 23 Gennajo, l' equazione rimane ferma nei 12 minuti: dividendo 60 per 4, il quoziente 15 secondi è appunto la variazion giornaliera prossimamente di quel tempo.

538. Due cose ciascun noterà di leggieri nella tavola. Primieramente;

che il mezzodì vero concorda coll'orologio *infallibile* quattro sole volte in un anno; cioè d' intorno a mezzo Aprile e a mezzo Giugno, in fin d'Agosto, e nei 23 o 24 Dicembre. In secondo luogo; che il massimo ritardo del Sole a giungere al meridiano è di 15 minuti, ed avviene tra i 5 e li 15 Febbrajo; la maggior anticipazione va a 6 minuti, e si effettua dai 16 ai 23 Ottobre.

539. Due altre nozioni più astruse non tacerò, di cui niun indizio può trarsi dalla tavola, e sono: 1. che quella degli astronomi, espressa con li secondi e decimi di secondo, varia ogni anno di qualche secondo, a cagion che 365 giorni non bastano a compir l' anno, siccome s' è visto (451); ma come la variazion relativa è la minima nelle annate ugualmente distanti da due *bisestili*, perciò da una d' esse annate *abbiam* noi cavato la nostra tavola: 2. che quella degli astronomi va soggetta ad altre periodiche, bensì piccolissime, alterazioni, a motivo della continua mutazione di luogo, che soffre negli spazj celesti il piano dell' orbita terrestre per le attrazioni de' pianeti, i quali *tirano* ad

ogni momento la Terra fuori della sua strada; il maggior divario, che possa nascerne in certi punti, nell' equazione del tempo, monta a secondi 14, nel giro di 100 anni.

540. Nell' Inghilterra diversi orologi pubblici sono guidati sul tempo medio: così oggimai si dovrebbe fare in ogni paese ben veggente; e descrivere meridiane atte a mostrare il momento delle ore dodici secondo il tempo solare medio. Allora ci sarebbe sempre l' intervallo di 24 ore giustissime tra un mezzodì e il susseguente; nè si correggerebbero più gli orinoli, che vanno bene, per farg'i andar male, siccome si pratica adesso. Allora le ore d' un mese non sarebber più lunghe o più corte di quelle d' un altro, come succede attualmente; ma sarebbero tutte uguali: ciò che costituisce l' essenza della misura del tempo. Questa fu presa generalmente dal Sole, piuttosto che dalle stelle, a cagion d' esser egli l' astro più splendido e dignitoso: ma conosciute sì bene, come or lo sono, le ineguaglianze del moto apparente di lui, diviene atto di cieca abitudine l' attenersi alla guida fallace. Gli astronomi intanto,

per adattarsi al comodo universale, si vagliono del tempo vero nel riferire le osservazioni fatte, o nel presagire i fenomeni futuri. Ma le tavole astronomiche, dinotanti il moto del Sole (cioè della Terra), e de' pianeti, sono tutte composte sul tempo medio; nè potrebbe farsi altrimente, poichè dovendo servire per qualsivoglia epoca, passata o ventura, convien che il telajo sia costrutto con anni eguali, giorni uguali, ecc. Applicando l'equazione del tempo, si converte ben presto, al bisogno, il vero nel medio, o viceversa.

541. Dichiarate le specie del tempo, è mestieri adesso parlar delle varie macchine, le quali servirono e servono a misurarlo. Prime furono gli oriuoli ad acqua, ed a sole. Quelli, anche detti clessidre, sono testificati da tradizioni antichissime nell' Egitto e nella China; non si dubita che i Caldei gli avessero in uso; gl' Indiani li mantengono ancora; credesi che tutt' Asia gli abbia conosciuti: Platone gl' introdusse in Grecia; Cesare li trovò nell' Inghilterra. Molte furon le guise, tenutesi a misurare gl' intervalli di tempo, ne' quali una data quantità

d' acqua usciva dal fondo d' un recipiente per via d' un piccolissimo pertugio; o vero gl' intervalli di tempo, ne' quali il vaso voto, e galleggiante sull' acqua, tanta ne riceveva pel detto foro, da finalmente sommergersi. Contavano, per esempio, quanti votamenti o quante sommersioni accadevano da un mezzodì al susseguente; o pure dal nascere al tramontare del Sole: e in vece di dire, tante ore; dicevano, tanti attuffamenti, o tante votagioni.

542. Riserbando agli orologi solari tutto il vegnente Capitolo, passo a dire, come del primo orologio, composto di ruote e pesi, senz' acqua, fu autore l' arcidiacono Pacifico, nel nono secolo. A lui si attribuisce eziandio l' invenzion dello scappamento: ordigno ingegnoso, che frena l' azione del primo motore, e rende equabile il movimento delle ruote. Solamente verso la fine del secolo decimoquinto cadde nell' animo a Valtero di cimentare gli orologi a ruote nelle osservazioni astronomiche. Passò più d' un secolo ancora, prima che il Galileo s' accorgesse dell' egual durazion delle oscillazioni d' un corpo, appeso

all' estremità d' una verga o d' un filo (52). Ei se ne valse soltanto a misurare intervalli brevi di tempo: ma pochi anni dopo la morte di lui fece Ugenio il gran passo, adattando quel pendolo agli orologi. L' esperienza insegnò ben presto, qual doveva essere appresso a poco (54) la lunghezza del pendolo, perchè l' oscillazion si compiesse puntualmente nel tempo d'un minuto secondo. Bisognava poi mantener sempre uguali le vibrazioni: a ciò valsero i pesi, concertati in guisa, che restituiscano ad ogn' istante quella piccolissima parte, che il pendolo perde dell' impeto suo per cagione della resistenza dell' aria.

543. Ma rimanevano ancora le ineguaglianze cui partoriscono gli allungamenti prodotti dal caldo, e gli scorciamenti operati dal freddo, nella verga del pendolo: ineguaglianze ascendenti a 20 secondi di svario giornaliero, dall' inverno alla state. L' ingegno umano trovò compenso anche a questa ingiuria delle stagioni. Harrison nel 1726 congegnò sì fattamente nove verghe, in luogo d' una; 5 di ferro, 4 d' ottone; il qual si dilata e condensa assai più di quello; che alle ferree

fosse lecito slungarsi o scorciarsi soltanto nell' estremità inferiore, all' altre d' oricalco nella superior solamente: effetto da parte contraria contemperato in guisa, che il peso o sia la lente, attaccati in fondo alla verga di mezzo, rimangonsi fermi mai sempre alla stessa distanza dal punto di sospension del telajo delle verghe. Con sì fatta costruzione son pervenuti gli astronomi a possedere orologi, che non fallano d' un secondo in due mesi, o di 5 in un anno. Sono state introdotte dappoi, e introduconsi tuttodì varietà, sì nel numero, come nella materia delle verghe: a noi basta aver dato un' idea della forma più usitata. Cotali *orologi a pendolo* usurpano per lo più il nome abbreviato, comechè meno esatto, di *pendoli* semplicemente. Del resto gli artefici Inglesi han tentato, nè senza frutto, d' intrometter una compensazione anche negli orinoli da tasca. Qualcun ne riuscì sì perfetto, da non variar d' un secondo in un viaggio di cento leghe; regolati per altro sul tempo medio, laonde non son già di quelli accennati (524).

544. Finora abbiam ragionato del tempo misurato alla maniera general-

mente adottata dalle nazioni Europee: cioè principiando la numerazione delle ore al mezzodì ed alla mezzanotte. Con questo metodo s' è veduto (538), che la massima discordanza de' buoni orologi dall' ora del Sole va a 16 minuti. D' altro canto essa monta ad ore tre e mezzo per lo meno, quando il cominciamento della giornata si pigli dal tramontar del Sole o mezz'ora dopo, come si usò per gran tempo in tutta l' Italia. Imperciocchè ne' solstizj (441) accadendo per qualche giorno l' occaso del gran luminare quasi che nel medesimo sito dell' orizzonte, ne viene che allora l' intervallo fra due tramonti successivi è costante ed uguale. Ma come in queste contrade il giorno naturale (432) nel solstizio estivo è più lungo, quasi del doppio, che nel solstizio invernale, cotanta disparità interviene, perchè nel primo semestre dell'anno il Sole ritarda ogni dì a colcarsi, ed anticipa nel secondo. Di che può ciascuno capacitarsi, osservando che al mezzodì l' astro anzidetto si trova molto più alto nella state, che nell' inverno. Cotal differenza d' altezza non nasce, come ognun vede, tutt' ad un tratto, ma un poco

alla volta, un tantino ogni dì. Or quand'è più alto, dee mettere maggior tempo a discendere dal meridiano all' orizzonte. Ne' primi sei mesi dell'anno il vediamo sempre arrivare nel meridiano, oggi a maggior altezza di jeri: dunque oggi spenderà più tempo di jeri per giugnere al tramonto. Il contrario succede negli ultimi sei mesi. E certo non mai possono le giornate d' inverno allungarsi, se il Sol non tramonti domani più tardi che oggi; nè quelle d'estate accorciarsi, s'ei non si colchi domani più presto d'oggi. Vaglia questo ragionamento a disingannar coloro, i quali si persuadono, che lo spazio da un occaso al seguente sia sempre uguale, perchè avviene ogni dì all' ora stessa delle 23 $\frac{1}{2}$: Ma questo nome o sia numero d' ore fu imposto dall' arbitrio degli uomini; ai quali è piaciuto, più grossamente che no, adottar come stabile e fisso quel ch' è grandemente variabile nella natura delle cose. E' invero arbitrario altresì il numero e il nome costante delle ore 12 al momento del mezzodì: ma le variazioni naturali al meridiano sono d'assai minori di quelle all' orizzonte; quant' è il divario

dai 16 minuti al più, ad ore 3 e mezzo per lo meno.

545. Dopo il ragionamento venghiamo al fatto. Ognun può veder nelle tavole de' mesi nel nostro Almanacco, siccome il Sole, in queste regioni, tramonta nel solstizio d' inverno ad ore 4, min. 19; così perseverando per dieci giorni dai 16 ai 25 Dicembre. Ne' primi mesi dell' anno l' occaso succede continuamente più tardi, tanto che ai 14 Giugno interviene ad ore 7, min. 48. Adunque da' 26 Dicembre infino ai 14 del seguente Giugno, cioè nel corso di giorni 173, monta il ritardo totale ad ore 3, min. 29, o vero a min. 209. Dividendo 209 per 173, emerge il ritardamento giornaliero; che un dì con l'altro ragguagliatamente consiste in min. $1\frac{1}{5}$. Ma da' 27 Giugno a' 16 Dicembre regna lo stesso computo, per l' anticipazione diurna del tramonto. Quindi è manifesto, che l'intervallo fra due cadute consecutive del Sole, nel primo caso, comprende ore 24, min. $1\frac{1}{5}$; e nel secondo ore 23, min. $58\frac{4}{5}$. Per la qual cosa un orologio, regolato sul tramontar del Sole nel solstizio d' in-

verno, deve restar indietro min. 1 $\frac{4}{5}$ ogni dì, e trovarsi finalmente in ritardo, nulla men che tre ore e mezzo, alla metà di Giugno: o se sia regolato nel solstizio di state, deve andar avanzando min. 1 $\frac{1}{5}$ ogni giorno, fino ad anticipar di tre ore e mezzo alla metà di Dicembre. Che se l' andamento dell' orologio si regolasse fuor de' solstizj, ben sarebbono ancor più enormi gli svariamenti; mentre facendolo, per esempio, accelerare in guisa che l' indice corra 24 ore nel tempo d'ore 23, min. 58 $\frac{1}{2}$, ch'è l' intervallo fra due successivi occasi dopo la metà di Settembre, l' oriuolo avanzerà poi min. 2 $\frac{2}{3}$ circa ogni dì, ragguagliatamente, dal solstizio d' inverno a quello di state, giacchè in questo frattempo ho mostrato sopra, che il giorno artifiziale, misurato sul tramonto, si stende ore 24, min. 1 $\frac{1}{5}$: per conseguente a mezzo Giugno l' orologio anderà avanti d' intorno ott'ore.

546. Si noti per tanto, che col sistema europeo si può far a meno di guidare l' oriuolo con la mano, poichè del divario di qualche minuto, o d' un quarto d' ora al più, non suol farsi gran conto nelle bisogne civili;

laddove col sistema italiano è giocoforza dar delle dita sovente negl' indici; ed inoltre *toccare il tempo* come suol dirsi, onde allentare il moto ne' primi sei mesi dell' anno, ed affrettarlo negli ultimi.

547. Altra imperfezione dell' orologio italiano era quella d' incominciar la giornata da un punto, che in altra cosa mai non si adoperava per limite fra un dì e l' altro. Di fatti, secondo il comun parlare, il principio della giornata affigevasi al nascer del Sole: poichè qualunque ora si nominasse della notte precedente, guardavasi come spettante al giorno anteriore; verbigrazia, dicendo o scrivendo, tal avvenimento esser nato li 7 Gennajo all' ore 10, intendevansi le ore 10 della notte seguente il dì 7. Secondo poi le regole ecclesiastiche e le pratiche legali, i digiuni e l' età degli uomini computavansi anche in Italia dalla mezzanotte, siccome appresso ogni colta nazione. Finalmente, secondo gli oriuoli italiani, la giornata esordiva mezz' ora dopo colcato il Sole. Adunque il giorno italiano pigliava principio in tre istanti molto remoti un dall' altro; e gl' Italiani senza riflettervi stavano

in contraddizione perpetua con sè medesimi.

548. Ultimamente il difetto morale dell' orologio italiano era forse il più pernicioso: poichè adducendo continua varietà nell' ore del desinare, della cena, del levarsi, del coricarsi, dell' aprire gli Ufizj pubblici, e del principiar le giornate degli operaj; promoveva e favoriva insensibilmente l'inerzia, lo sviamento, l'abuso delle notti, e la difficoltà di condurre una vita metodica, regolare, e costante, ch' è l' unico antemurale dell' ozio; della quale in vece una specie di necessità scaturisce dall' orologio europeo, potendo con esso le ore, onde far le cose anzidette, mantenersi sempre le stesse per tutto l' anno.

549. A quest' orologio non possono rinfacciarsi che due soli incomodi, anche lievissimi. L' uno; che nominando un' ora, si rende talvolta necessario a fuggire gli equivoci aggiugnere, se sia della mattina o della sera (475); cioè pronunziare o scrivere due parole di più. L' altro; che l' ora del tramontar del Sole varia ogni dì; talchè si può andare a rischio, chi non voglia pigliar nelle mani un lunario,

d' uscir qualche volta al passeggio un quarto d' ora più presto o più tardi del consueto: altro mal non parendo che possa nascerne, poichè se si tratta sapere quante ore avanzino di giorno, verbicausa per intraprendere un viaggio, porta la spesa guardar sul diario a qual' ora tramonti il Sole; come bisognava pur fare, nel sistema italiano, quando chiedeasi l' ora del mezzodì.

CAPITOLO XXIII.

Della gnomonica.

550. Gli antichi nominavano *gnomone* ogni linea perpendicolare. Però quell' ago, lancetta, o stilo, che manda l' ombra sugli orologi a sole, fu detto *gnomone;* e la scienza che insegna a misurar il tempo col favor di quest' ombre, *gnomonica*. Chiamasi *vertice* del gnomone la punta dell' ago; *piede* quel punto, che nel piano dell' orologio sta sottoposto al vertice a perpendicolo; *altezza* la distanza dal vertice al piede. Queste definizioni reggono sempre, sia lo *stilo* perpendi-

colare, o sia obliquo al piano dell' orologio. Quando non v'è lancetta, ma sovrasta una lamiera con un pertugio nel mezzo, per cui passano i raggi solari, si appella *vertice* il centro del foro. Finalmente l' ombra del vertice dello stilo, e così parimente il centro dell' immagine luminosa che va dal pertugio a dipingersi sul piano dell' orologio, si dicono *punto d' ombra.*

551. Li vetusti obelischi, a parer dei dotti, erano gnomoni. La punta acuta, l' altezza enorme, e la base relativamente angusta, fan giudicar che a niun altro fine innalzati fossero. Inoltre l' usanza d' orientar le fabbriche, cioè situare le quattro faccie rimpetto alle plaghe cardinali del mondo; usanza comune agl' Indiani, ai Chinesi, ai Caldei, agli Egizj, a tutte in somma le più vecchie nazioni; non può esser nata senza il conoscimento delle linee meridiane e per conseguente de' gnomoni. Di sì fatta struttura pur sono le famose piramidi Egizie, e le Indiche pagode.

552. Dell' antichità degli orologi solari abbiamo contezza dal fatto di Ezechia (*Regum* IV, 20). I Greci lasciarono scritto d' averli ricevuti da

Beroso, astronomo Caldeo, il qual visse otto secoli prima. Ma i Greci, poco atti alle scienze, mandarono in dimenticanza quell' arte, tanto che Anassimene e Anassimandro mill' anni dopo ne furono riputati primi inventori. Nè accade maravigliarsi de' Greci, se negli anni 477 di Roma un orologio a sole, di Sicilia recato in questa città, come preda di guerra, fu il primo esposto e servì di pubblica norma pel corso di 111 anni, quantunque mostrasse le ore fallaci, siccome costrutto per latitudine notabilmente diversa (*Hugenii Oper. T. I.*, pag. 3).

553. Or m' accingo ad insegnare, per quanto può intendersi da ogni persona non rozza, la descrizion delle linee meridiane, e degli orologi a sole. Niun puote ignorare, che l'ombra di qualsivoglia corpo, *verbigrazia* d' un baston dritto, appuntato in cima, e confitto nel suolo perpendicolarmente, comincia lunghissima nello spuntar del Sole, poi va di continuo abbreviandosi, fin a tanto che al mezzodì è fatta la più corta di quella giornata: dopo di che si rallunga incessantemente infino al tramonto del Sole.

Or come queste apparenze dipendono dalla rotazione (Cap. XIV) del nostro globo, la quale è del tutto uniforme, cioè d' ugual quantità nello spazio d' un' ora della mattina, come in quello d' un' ora della sera; ne viene, che un' ora avanti del mezzodì l' ombra esser debbe della stessa lunghezza, che un' ora dopo: il medesimo dicasi di due ore, di tre, ecc. o di qualunque frazion di tempo intermedia. Ciò posto; segnate in terra il punto d' ombra del bastone, a qual momento vi piace della mattina (il migliore è d' intorno all' ore 9): misurate la lunghezza di quell' ombra, dal segno al piè del bastone; valendovi a ciò di bacchetta o pertica, o d'altra cosa che non si stiri: nel dopo pranzo applicate quella misura all'ombra del gnomone, finchè le troviate perfettamente uguali; e tosto segnate sul suolo il punto d' ombra. Tirate una linea retta dall' uno all' altro dei punti d' ombra, e dividetela per metà. Tagliatela per questo punto di mezzo con un' altra che vada o venga dal piè del bastone. Quest' ultima linea, siccome situata a distanza uguale, a dritta e a sinistra, da ombre

uguali, vuol essere appunto la meridiana. Sovr' essa per conseguente deve cadere l' ombra del gnomone al bel meriggio. Lungh' essa fa d' uopo che passi la superficie di quel muro, con cui abbiamo rappresentato (516) il piano del meridiano. Quindi ella deve mostrare il mezzodì tutti i giorni.

554. Ciò che abbiam fatto così alla grossa sul terreno, parmi bastante per dar ad intendere, non che la ragione dell' operare, ma ancora non esser la descrizion d' una meridiana lavoro così misterioso, che ogni uomo non possa provedersene di leggieri. A quel modo, non fuggirà per avventura l' errore di qualche minuto: ma se il bastone s'innalzi sei piedi almeno dal suolo, sia ben dritto e ben a piombo, accurate le misure dell' ombre, nel giusto suo sito e rettissima la linea stabile rappresentativa della meridiana; si persuada pur che l' errore sarà assai lieve, o insensibile. Spiegata la teorica, e data un' idea di pratica grossolana, venghiamo adesso ad operazioni più sottili, che non permettano errare nè pur d' un quarto di minuto. E perchè quì si tratta di tirare una linea, ed a ciò fa mestieri descri-

ver cerchj, siamo costretti ad uscir questa volta dal nostro proposito, e valerci di figure, giacchè figura dee farsi.

555. Provvedetevi d' una tavola quadrilunga, o di marmo liscio, o di legno duro stagionato, che sia ben piana: la *fig.* 1 la rappresenta scantonata; ma questo non è che per eleganza. In larghezza basta che stendasi per tre quinti della lunghezza: se pensate valervene sul parapetto d'una finestra, dovrete attenervi ordinariamente a piedi 1 $\frac{1}{2}$ di largo sopra 2 $\frac{1}{2}$ di lungo; giova aggrandir queste dimensioni, sin che la tavola posi sodamente nel sito che le destinate. Sia questo esposto al Sole; il più volto che abbiate al mezzogiorno: uno almeno de' lati della tavola dee poter appoggiarsi a muro, ed essa mediante opportuni segnali levarsi e rimettersi nel medesimo luogo precisamente. Nel mezzo d' un de' lati più lunghi piantate una colonna di metallo, o cilindrica, o quadrangolare, o di qual' altra figura vi sia più a grado: questo lato, contrassegnato AB, deve star dalla banda del mezzogiorno. Pigliate una lamina ovale di ferro, sottile, non

però debole, il cui diametro maggiore sia di mezzo piede, il minore cresca un tantino d'un terzo di piede; e forate-la nel centro, tanto che una grossa spilla vi passi: per regola generale, il centesimo dell'altezza del gnomone determina il diametro del forame. Attaccate ben salda la lamiera alla cima della colonna con le seguenti avvertenze: 1. non in positura orizzontale, ma, come dicono gli artigiani, *a mezza squadra*; 2. l'estremità più bassa del diametro minor della lamina guardi verso mezzogiorno, stando la tavola nel suo posto; 3. il diametro maggiore tenda a *levante* ed a ponente; 4. il centro del pertugio rimanga *fuori* della colonna, e sia alto mezzo piede dalla tavola; o più, in proporzione, qualor s'aumentino le dimensioni di questa, assegnate sopra. Collocatela al luogo suo, e fate di ridurla, con l'ajuto del livello, ad essere stabilmente orizzontale. Or si tratta di trovare e segnare quel punto di essa, che abbiamo denominato *piede del gnomone*. A tale intento, attaccate un filo ad un peso terminante in punta acuta, per esempio alla cruna d'un ago il qual passi pel centro d'una palletta di piombo (*veggasi la fi-*

gura) rotondata sul torno dopo infilzato l'ago. Badate che il nodo del filo all'ago sia tale, che tenendo con l'altro capo del filo sospesa la palla, l'ago non riesca obliquo, ma stia nella direzione del filo. Fate passare il filo di sotto in su pel forame, e sostenetelo nel bel mezzo di questo per modo, che la punta del peso rada e non tocchi la tavola. Per accertarvi che il filo tenga il giusto mezzo del pertugio, potreste turar questo con cera o sovero, traforandoli in centro quant'è la grossezza del filo. Quindi segnate sulla tavola il punto a cui tende l'acume dell'ago; aspettando che questo sia cheto, ed il vento non turbi la direzion perpendicolare del filo. Allor posti da canto e peso e filo, che più non bisognano, date di piglio ad un compasso, a 9 ore circa della mattina, e fatto centro nel punto or trovato, descrivete diverse circonferenze, come dimostra la figura, la maggior delle quali sia prossima con la sua convessità all'immagine rotonda de' raggi del Sole, che passano pel forame. Presto quel simulacro invaderà la detta maggior circonferenza, e quando ne sia diviso in due parti

uguali, tosto tagliatela con sottil segno in quel punto che riputate centro dello spettro. Fate lo stesso di mano in mano negli altri circoli: la figura ve ne presenta il modello. Dopo il mezzodì tante ore, quante innanzi faceste l'ultimo taglio, tenetevi attento a cogliere il centro dell'immagine quando arrivi dalla banda sinistra sul cerchio più piccolo, indi sugli altri, e segate in que' punti ciascuna delle circonferenze, come operaste la mattina. Uscito fuor d'esse lo spettro solare, indagate con un compasso in ogni circonferenza il punto di mezzo fra li due tagli. Poi dal centro de' circoli tirate una linea, che passi per qualsivoglia di questi punti di mezzo: quest'è la meridiana; ed ogni giorno quando il simulacro luminoso si troverà segato in due parti uguali da questa linea, in quell'istante sarà il mezzodì.

556. Per conseguire l'intento una sola circonferenza basterebbe, ma per certificarsi di non aver commesso errore nelle sezioni, se ne descrive più d'una: giacchè la linea meridiana (non badando in ciò alla figura) dee tragittare per tutti li punti di mezzo, se

tutto fu fatto a dovere. Che se qualche piccola aberrazione scopriste, in tal caso conducete la linea per la strada di mezzo fra que' punti. Ma quando la deviazione non sia tenuissima e quasi insensibile, bisogna considerar quelle osservazioni come non fatte, e rifarle con più diligenza un altro dì. Sta bene, che le circonferenze e i tagli sian linee, non solamente sottili, ma fatte con lapis od altra materia da poter poi cancellarsi: talchè rimanga appariscente la sola meridiana, non servendo più avanti le altre se non di confusione e d' ingombro.

557. Or fia pregio dell' opera render ragione d' alcuni precetti, nudamente espressi. Se in vece d' una tavola mobile aveste in acconcio un piano stabile, preferitelo di buon grado: sol bisogna difender la meridiana dall' ingiurie delle meteore, o coprendola, o incastrandovi un filo di metallo, o solcandola con fino scalpello. In tal caso, abbondando probabilmente lo spazio, aggrandite le dimensioni: facendole 5 volte maggiori, potete ottenere l' istante del mezzodì senza errore d' un decimo di minuto.

558. La figura ovale della lamie-

ra ha per iscopo di conseguire l'ombra rotonda. Se presentate ai raggi del Sole una superficie circolare, o un anello, vedrete nascere sul terreno l'ombra ovale. Perchè fosse rotonda, bisognerebbe che i raggi cadessero a perpendicolo, sul corpo che genera l'ombra, e sul piano in cui ella si dipinge: siccome ognuno può farne la prova. Ora il Sole non s'alza mai tanto, da mandar la luce a perpendicolo sopra il suolo di queste nostre regioni. Se dunque il corpo rotondo partorisce ombra ovale, per converso dev' esserci, e con le regole di prospettiva puntualmente si trova, la precisa ovalità che produce l'ombra circolare. Le prime tre condizioni, che abbiam prescritte al collocamento della lamiera, mirano a presentarla perpendicolare ai raggi del Sole nel meriggio, quand' egli si trova nella sua mezzana altezza, cioè ne' tempi degli equinozj: e si elegge questa, perchè il difetto dalla rotondità riesca il minor possibile nel rimanente dell'anno. Le dimensioni poi, assegnate sopra ai diametri della lamina, costituiscono appresso a poco l'ovalità competente alle nostre latitudini per creare l'om-

bra rotonda. E ciò non ad altro preme, se non perchè il simulacro del Sole, che vien dal pertugio in su la tavola, riesca più vivo mediante un egual contrasto d' ombra tutto d' intorno: al qual intento pur giova, che la superficie della tavola sia renduta bianchissima.

559. Qui mi torna in acconcio avvertire, che non è d' uopo aumentare i diametri della lamina proporzionalmente alle altre misure, ma basta per metà. Per esempio, fateli doppj, se quadruplicate l' altezza del gnomone. Quando poi questa superi li tre quarti di piede, sarà ben fatto, ad aver lo spettro rotondo, che anche i diametri del forame sien disuguali, con le stesse proporzioni di quelli della lamiera, e pel verso medesimo.

560. Se aspettaste dopo le ore dieci a descrivere le circonferenze, e tagliarle come s' è detto, la linea meridiana potrebbe riuscir poco esatta; mentre quanto più il Sole si accosta al meriggio, sempre meno s' innalza in un medesimo tratto di tempo: quindi l' immagine luminosa s' intorpidisce nel traversar le circonferenze, ed il momento preciso, nel qual è segata

per mezzo da esse, non è più un momento solo. Se incominciaste alle ore otto o prima; i raggi troppo obbliqui stenterebbero a penetrar pel forame, lo spettro si deformerebbe, e potrebbe anche battere fuor della tavola. Ecco i motivi delle ore 9 assegnate sopra.

561. Rimane da dire, perchè suggeriamo la lamina pertugiata, in cambio d'uno stilo. Sebbene il vertice di questo soglia essere rintuzzato o smussato alquanto, ciò nondimeno è molto difficile ben distinguere il punto d'ombra. Tra la superficie illuminata e l'ombrosa v'ha sempre un tratto di mezzo, ove l'ombra finisce sì debole, sì sfumata, che non è possibile determinarne il confine con tutta sicurezza. Or questa è perfetta con l'altro metodo: poichè niun occhio è sì falso, che non distingua immediatamente, se un cerchio è segato da una linea in porzioni uguali, o disuguali. Gli antichi obelischi furono spesso nell'apice terminati da una palla, il cui centro nell'ombra gagliarda di quella era molto più facile a scernere, di quel che il vero limite dell'ombra d'uno stilo. Ma se a questo appli-

chiamo in cima un globetto, rimane poi la difficoltà di trovare il piede del gnomone, il qual corrisponda a perpendicolo al centro della pallottola. In qualunque modo, a chi voglia valersi d' uno stilo, sempre consiglierei di piantarlo obliquo, cioè un poco inclinato al settentrione, tanto che l' asta non impedisca le operazioni d' un filo a piombo con punta acuta per rintracciare il piede del gnomone, dal qual dipende ogni esattezza. Altrimente se mai lo stilo non fosse ben dritto, e ben perpendicolare alla tavola, sicchè il mezzo della punta o palla sovrasti verticalmente al centro dell' incastro dove lo stilo dee conficcarsi dopo d' aver da quel centro descritte le circonferenze; non si farà cosa che vaglia.

562. I metodi antecedenti suppongono, che ad egual distanza di tempo, avanti e dopo il mezzodì, le altezze del Sole sieno uguali. Quest' è vero ne' solstizi (441); ma il fare in que' tempi le operazioni prescritte sopra, patisce inconvenienti. Imperciocchè nell' estivo l' ombre essendo brevi, camminano lentamente, e però il punto d' ombra s' addormenta, a così

dire, sulle circonferenze, a quel modo che s'è ancor detto poc'anzi. Nel solstizio invernale, rapido in vero è il moto dell'ombre, che son le più lunghe di tutto l'anno; ma la bassezza del Sole sull'ore 9 rende scarso il transito de' raggi pel foro della lamiera, o molto bislunga l'ombra della palla, o debolissima quella dell'acume; talchè in tutti i modi riesce difficile non errare nel punto d'ombra.

563. Negli altri tempi dell'anno, non prossimi ai solstizj, gl'inconvenienti ora detti non regnano, ma s'incorre in un altro. Quella variazion, che si osserva, da un giorno al seguente, nell'altezza meridiana del Sole (438), provien dal moto annuo della Terra, il quale è continuo; perciò l'elevazione del Sole non può esser la stessa alle ore nove della mattìna ed alle tre della sera, poichè nel frattempo di queste sei ore la Terra ha varcato una quarta parte di quel cammino, il qual deve domani farci vedere il Sole nel meridiano ad altezza diversa da quella d'oggi. Or siccome ogni punto d'una circonferenza di cerchio è lontano ugualmente dal centro, così la lunghezza dell'ombra è

perfettamente uguale quando facciamo i due tagli, mattutino e vespertino, sopra una stessa circonferenza. Ombre uguali rispondono ad elevatezze uguali del Sole: ma queste abbiam detto or ora non poter essere a distanze uguali di tempo dal mezzodì: dunque tali distanze saran diseguali quando le ombre sono uguali; e per conseguenza la meridiana, che conduciamo pel punto di mezzo fra i due tagli, sarà erronea.

564. Questo error non può eccedere veramente i 18 minuti secondi. Ma se cospirasse con quello di 15 secondi circa (554), il qual dipende dalle inevitabili inesattezze nelle operazioni; la meridiana potrà esser fallace di mezzo minuto. Per chi ami per tanto procedere con ogni accuratezza, ed avere una meridiana, che mostri il mezzodì senza fallar di 6 secondi, come abbiamo promesso (557), espongo la tavola seguente, con l'ajuto della quale potrà ottenersi l'intento, operando a quel modo che poi dirò.

Tavola per uguagliar la distanza di tempo pomeridiana all' antimeridiana nel punto d' ombra.

Ore tra le osservaz.		VII	VI	V	IV
1	Gennajo	10″	10″	9″	9″
11		17	17	17	17
21		24	24	24	24
31		29	29	29	29
10	Febbrajo	33	33	32	32
20		35	35	34	33
2	Marzo	36	35	34	34
12		35	35	34	33
22		34	33	32	31
1	Aprile	31	30	29	29
11		29	28	27	25
21		25	24	23	22
1	Maggio	22	21	19	18
11		18	17	16	15
21		13	13	12	11
31		9	9	8	7
14	Luglio	10	9	9	8
24		14	13	13	12
3	Agosto	18	17	16	15
13		22	21	20	19
23		26	25	24	23
2	Settembre	29	28	27	26
12		32	31	30	29

Tavola per uguagliar la distanza di tempo pomeridiana all' antimeridiana nel punto d' ombra.

Ore tra le osservaz.	VII	VI	V	IV
22 Settembre	34″	33″	32″	31″
2 Ottobre	35	34	34	33
12	36	35	34	33
22	35	34	34	33
1 Novembre	32	32	32	31
11	29	28	28	28
21	23	23	23	23
1 Dicembre	17	17	16	16
11	9	9	9	9

565. Suppongo che sia il giorno 2 Marzo: e che la prima osservazione del punto d' ombra sia fatta alle 8 $\frac{1}{2}$ circa della mattina. L'operazione pomeridiana corrispondente batterà dunque sulle 3 $\frac{1}{2}$ della sera. L'intervallo fra l'atto dei due tagli comprenderà ore 7, o in quel torno. In tali circostanze la prima colonna della tavola dà secondi 36. Or sia in A (*fig.* 2) la sezione della mattina, in B quella della sera. Dal momento di questo taglio aspettate che passino 36 minuti secondi, al finir de'quali lo spettro sarà più fuori che dentro del

cerchio, come si vede in F. Segate per mezzo l' archetto abbracciato dal simulacro, poi fate altro taglio in G di maniera, che BG sia uguale a BF. Allora dividete l' arco AG in due parti uguali, come in D, poi tirate dal centro C la retta CD: questa sarà la giusta meridiana. In tal guisa dovete agire ne' primi sei mesi dell' anno: ma negli ultimi non avete bisogno del punto G; dividete per mezzo l' arco AF, come in E; e la CE sarà la meridiana.

566. Adunque li numeri delle quattro colonne della tavola, eccetto la prima linea, sono minuti secondi da lasciar passare il dopopranzo dopo la sezione in B per farne un' altra in F. Li detti secondi si contano con l' ajuto d' un pendolo, o d' un orologio a secondi, se tai macchine si possiedono; o vero con altrettante battute di polso; o finalmente con giudicare a stima d' occhio sopra un oriuolo comune, quando l' indice de' minuti abbia corso un quarto, un terzo, una metà di minuto, sapendo che il quarto vale 15 secondi, il terzo 20, la metà 30; e regolandosi in proporzione nel più e nel meno. Avverto bensì,

che la figura è fatta largamente per dar idea chiara della cosa: per altro il punto F si troverà cadere vicinissimo al punto B, quando l' altezza del gnomone non fosse considerabile.

567. La ragione de' punti diversi F, G, ne' diversi semestri, è poi questa. Ne' primi sei mesi il Sole a mezzodì comparisce sempre più elevato da un giorno al seguente. Per conseguenza nelle ore trascorse dall' osservazione in A a quella in B si è alzato un poco, e però giugne in B (dove ha la stessa altezza che aveva in A) un tantin più tardi che non farebbe ne' *solstizi*, dove da oggi al domane l' elevamento suo non si muta. Il buon taglio debb' essere dunque fatto in G, alquanti secondi prima di quello in B. Ma non essendo possibile contarli avanti, ignorandosi il momento del principiare; perciò si contano dopo, e scoperto il moto posteriore BF, si determina l'anteriore GB, misurando, col compasso, GB uguale a BF.

568. Viceversa, negli ultimi sei mesi il Sole si abbassa continuamente da un giorno all'altro. Arriva per conseguenza in B troppo presto; e per

compensare la sua soverchia sollecitudine, fa mestieri aspettar quei secondi che la tavola prescrive, e segnar la giusta sezione in F. Quando poi dico *sei mesi*, intendo escluder sempre gli ultimi dieci dì, ne' quali il Sole comincia a ritrocedere, comechè insensibilmente, nelle sue altezze. E questo avverto per esattezza d' espressione, non per motivo d' utilità; posto che la tavola non dà per que' tempi correzione alcuna, la qual sarebbe menomissima.

569. Tace anzi la tavola per tutto Giugno e fin presso alla metà di Luglio, non che dai *12 ai 31* Dicembre: ne' quali tratti d' intorno a' solstizj, l'errore è nullo, o può riputarsi per tenuità. La ragione, per cui la prima lacuna si stende oltre al doppio della seconda, consiste in questo: che il Sole, a calar d'una data quantità verso l'orizzonte, impiega in Giugno la metà, poco più, del tempo che spende in Dicembre: per esser tanto più rapida la discesa, quant' è più elevato. Quindi l' errore, che nasce dalle altezze disuguali, si emenda più presto nel primo caso che nel secondo, e rimane insensibile nell' ope-

razione per più lungo corso di giorni. Del resto i secondi, scritti nella tavola, scaturiscono da computi trigonometrici indubitati, ma inintelligibili da chi non sia nelle matematiche alquanto avanzato.

570. Ciò che ho detto di due osservazioni corrispondenti, s' intenda d' ogni altro pajo di tagli sopra ciascuna circonferenza. Se la distanza di tempo tra le sezioni fosse minore di ore 6 $\frac{1}{2}$ e maggiore di 5 $\frac{1}{2}$, si piglieranno i secondi nella colonna delle ore 6. Se l' intervallo battesse tra le 4 $\frac{1}{2}$ e le 5 $\frac{1}{2}$, varrà la colonna delle ore 5, o sia la terza. Anderai finalmente alla quarta, quando lo spazio fosse fra le ore 3 $\frac{1}{2}$ e le 4 $\frac{1}{2}$.

571. Ne' giorni, non nominati nella tavola, farai di prendere le quantità intermedie, in proporzione. Per esempio, se non il dì 2, come ho detto sopra, ma il 6 Marzo tu facessi le osservazioni: tant' e tanto dovresti pigliar 36 secondi, come il dì 2; per essere il 6 più vicino al 2, che al 12, dove i secondi son 35. Ma se la differenza, tra le due quantità della tavola che abbracciano la tua giornata, fosse maggior d' un secon-

do, allora dèi fare una regola del tre. Supponiamo eseguite le osservazioni nel giorno 5 Maggio, in distanza d'ore 6 circa. La seconda colonna dà, pel dì primo di questo mese, secondi 21; e pel dì 11, secondi 17. Dirai dunque: se in 10 giorni calano 4 secondi, in 4 giorni quanti secondi caleranno? Abbiamo 16 da divider per 10, il che dà per quoziente 1 *secondo* e 6 decimi. Ma 10 decimi fanno un secondo; onde 6 son più di mezzo, e però si contano per uno. Risulta così, lo scemamento dopo il dì 1 dover essere 2 secondi. Sono *dunque* 19 i secondi da *correre tra il* primo taglio e il secondo.

572. Nella tavola gl' intervalli sono sempre di giorni dieci, per esser comodo questo numero alla divisione testè indicata. Del resto, la tavola è computata *per la latitudine di* gradi 45; ma *per due o tre*, di più o di *meno*, è sì tenue il divario nei secondi, che può servire con ogni fiducia per tutta Italia settentrionale da Roma in su. In cotal tratto di paese la linea meridiana debb' esser lunga, onde pigli l' immagine solare nel solstizio di Dicembre, due volte e mezzo

l' altezza del gnomone per lo meno, cominciando dal centro de' circoli.

573. Quattro sono le meridiane più rinomate in Italia: nella cattedrale di Firenze, in S. Petronio di Bologna, nel Duomo di Milano, e nei Certosini di Roma alle Terme di Diocleziano. Le altezze de' gnomoni sono: piedi 277, 83, 74, 62. La prima non ha l' eguale al mondo, e fu opera di Paolo Toscanelli l anno 1467 nella famosa cupola di Brunelleschi. La seconda ebbe origine da Ignazio Danti, 6 anni prima della correzion Gregoriana, ad oggetto di render patenti ad ogni uomo gli errori del calendario e la necessità della riforma: il celebre Domenico Cassini vi pose utilmente la mano due volte. La terza è nata poco fa, cioè nell' anno 1786, a merito de' viventi valorosissimi astronomi di Brera. Finalmente della quarta fu autore Francesco Bianchini nel 1701. Sì fatti gnomoni sarebbero i più sicuri fra tutti gl' instrumenti, se i grandi edifizj durassero immobili contro l' azione del Sole, del gelo, e del peso loro.

574. Veduto il modo per descrivere una meridiana orizzontale, pas-

do, allora dèi fare una reg[illegible] inee del-
Supponiamo eseguite le[illegible] ne d' un
nel giorno 5 Maggio, in[illegible] orizzonta-
6 circa. La seconda [illegible] linearlo so-
dì primo di questo [illegible] si trasporta
e pel dì 11, secor[illegible] on somma fa-
que: se in 10 gi[illegible] presenta l' ope-
di, in 4 giorni [illegible] e è facilissima.
no? Abbiamo [illegible] una linea CH si
il che dà p[illegible] due parti *uguali*,
6 decimi. [illegible] tra a sinistra. Que-
condo; c[illegible] la meridiana: la qual
però si [illegible] a tirata sulla tavola dell'
sì, lo [illegible] metodi soprascritti. Sup-
ver [illegible] piedi giusti l' altezza del
19 [illegible] o sia dello *stilo*: ognuno in-
ta[illegible] adopri il piede che s' usa dov'
[illegible] ra. Questo suole dividersi da
[illegible] tto in dodici parti, che oltra-
[illegible] i si chiaman *pollici*, e in qual-
[illegible] luogo d' Italia *oncie*. Il pollice poi
[illegible] en partito in dodici *linee*, o *punti*.
[illegible] er tanto l' altezza dello stilo sia di
432 linee. Or si tratta determinar
nella retta CH i punti P, M: al qual
fine do la seguente tavola.

	Latitudini	CP	PM
	54'	linee 481 1/2 lin.	387 1/2
	47	450 3/4	414
	30	439 1/2	424 1/2
4	34	438 1/2	425 1/2
44	45	435 3/4	428 1/4
44	50	434 1/2	429 1/2
za	45 3	431 1/4	432 3/4
.iova	45 9	429 3/4	434 1/4
via	45 11	429 1/4	434 3/4
Padova	45 24	426	438
Venezia	45 26	425 1/2	438 1/2
Verona	45 26	425 1/2	438 1/2
Milano	45 28	425	439
Brescia	45 33	423 3/4	440 1/4
Bergamo	45 42	421 1/2	442 1/2

575. La seconda colonna di questa tavola esibisce in gradi e minuti la latitudine di 15 città dell'Italia settentrionale (572). Le colonne terza e quarta somministrano le lunghezze rispettive delle porzioni CP, PM della linea CH. Ne' paesi interposti, o circonvicini, si piglieranno in proporzione. In generale, le dette lunghezze variano un quarto di linea per ogni minuto di cangiamento nella latitudi-

siamo a trattare delle altre linee delle ore, o sia della formazione d' un orologio a sole, parimente orizzontale. Sarà cosa ben fatta delinearlo sopra una carta; donde poi si trasporta *sul* piano del gnomone con somma facilità. La *figura* 3 rappresenta l' operazione da farsi, che è facilissima. Primieramente con una linea CH si divida il foglio in due parti *uguali*, una a dritta, l' altra a sinistra. Questa linea figura la meridiana: la qual deve essere già tirata sulla tavola dell' orologio, coi metodi soprascritti. Suppongo *tre piedi giusti* l' *altezza del* gnomone o *sia dello stilo*: *ognuno* intenda e adopri il piede che s' usa dov' ei dimora. Questo suole dividersi da per tutto in dodici parti, che oltramonti si chiaman *pollici*, e in qualche luogo d' Italia *oncie*. Il pollice poi vien partito in dodici *linee*, o *punti*. Per tanto l' *altezza dello stilo* sia di 432 linee. Or si tratta determinar nella retta CH i punti P, M: al qual fine do la seguente tavola.

Città	*Latitudini*	CP	PM
Roma	41° 54′	linee 481 1/2 lin.	387 1/2
Firenze	43 47	450 3/4	414
Bologna	44 30	439 1/2	424 1/2
Modena	44 34	438 1/2	425 1/2
Parma	44 45	435 3/4	428 1/4
Ferrara	44 50	434 1/2	429 1/2
Piacenza	45 3	431 1/4	432 3/4
Mantova	45 9	429 3/4	434 1/4
Pavia	45 11	429 1/4	434 3/4
Padova	45 24	426	438
Venezia	45 26	425 1/2	438 1/2
Verona	45 26	425 1/2	438 1/2
Milano	45 28	425	439
Brescia	45 33	423 3/4	440 1/4
Bergamo	45 42	421 1/2	442 1/2

575. La seconda colonna di questa tavola esibisce in gradi e minuti la latitudine di 15 città dell'Italia settentrionale (572). Le colonne terza e quarta somministrano le lunghezze rispettive delle porzioni CP, PM della linea CH. Ne' paesi interposti, o circonvicini, si piglieranno in proporzione. In generale, le dette lunghezze variano un quarto di linea per ogni minuto di cangiamento nella latitudi-

ne. Chi non sa la precisa differenza di latitudine dal luogo, in cui opera, alla città più vicina nella nostra tavola, può riconoscerla in due maniere: o da una Carta geografica; o vero dalla distanza in miglia, considerando che un minuto di latitudine vale un miglio per linea retta, verso tramontana o verso mezzodì. Se nelle Carte i gradi e minuti di latitudine fossero discordi dalla nostra tavola, non si ponga mente a ciò; questa essendo quasi tutta fondata sopra osservazioni astronomiche indubitate, ma si pigli sclamente dalla Carta i minuti di differenza.

576. Vengo alle operazioni: ove quello che dirò di Modena, potrà servire di norma per ogni altro luogo. Eletto ad arbitrio il punto C, determino l'altro P in distanza di linee 438 $\frac{1}{2}$ dal primo, siccome prescrive la tavola; a tenor della quale segno il terzo M discosto linee 425 $\frac{1}{2}$ dal seconde: tutti tre nella linea CH. Per l'ultimo fo passare la retta EN, perpendicolare, cioè a squadra, alla CM; e lunga quanto permette la carta. Questa EN si chiama l' *equinoziale*: poichè ne' giorni degli equinozj il punto d'ombra vi scorre sopra, tutt' al di lungo.

Dal punto P conduco un' altra perpendicolare occulta PS, uguale all' altezza dello stilo cioè lunga linee 432. Trovato così il punto S, tosto ne stabilisco un altro *a*, nella linea CH, il qual sia nella stessa distanza di quello dal punto *M*.

577. Tutte le misure anzidette si deono pigliare con l' ultimo scrupolo, dipendendo da queste la fedeltà dell' orologio. Ora i punti delle ore III, e delle IX stanno alla medesima distanza M*a* dal punto M. Piglio poi la distanza doppia, cioè da III a IX, e la porto da *a* in IV ed in VIII; indi da VIII in I, e da IV in XI. Altrettanto si dilunga il VII dall' VIII a banda destra, e il V dal IV a sinistra: ma le ore VII e V sono omesse nella figura, siccome poco utili. Finalmente ciascun de' punti, II, X è distante dal punto M, quant' è la terza parte della distanza da M a IV, cioè dell' intervallo adoprato or ora. Dal punto C, che si chiama *centro dell' orologio*, si tirino per li punti, determinati come sopra nell' equinoziale, le linee CIV, CIII, ecc. prolungandole quanto permette la carta. Queste sono le *linee orarie*. Ogni gior-

no l' arrivo del punto d' ombra sopra esse succederà precisamente nell' ora indicata dal numero romano rispettivo.

578. A tal effetto bisogna che siano descritte sul piano del gnomone. Per trasportarvele dalla carta, basta sapere che il punto P è il piede dello stilo, cioè il centro de' circoli che han servito a segnare la vera meridiana, rappresentata dalla PH. In primavera ed estate il punto d' ombra tragitta sopra l' equinoziale: in autunno ed inverno, sotto. Ho già detto qual debb' essere la lunghezza della PH: le altre linee orarie soglion troncarsi al medesimo livello con essa, tanto in alto come a basso, essendo superfluo che giungano sino al centro C.

579. Ma se vogliasi metter la linea delle ore VI, questa deve passare pel punto C, ed essere perpendicolare alla meridiana, dilungandosi a dritta e sinistra quanto ne cape. Similmente la linea delle ore VII antimeridiane dee continuarsi nell' alto dopo il punto C, se si voglion le VII pomeridiane. Così quella delle VIII serve alle VIII respettivamente; e sarebbe il simile per le susseguenti:

ma in questi paesi il Sole tramonta prima; e perciò sono inutili. Del pari la linea delle ore V pomeridiane, continuata nell' alto dopo il punto C, serve alle V antimeridiane. Quella delle IV alle IV rispettivamente, e così discorrendo: ma queste pure sono infruttuose.

580. Sarei d' avviso di non segnar che tre ore per banda della meridiana, cioè dalla IX mattutina alla III vespertina. Imperocchè nell' altre la lamiera col foro non lascia passar sufficiente copia di raggi. Inoltre, quand' anche si usasse uno stilo, convien sapere che quanto più sono lontane dalla meridiana le linee orarie, tanto più son fallaci, a cagion della refrazione (149), la qual maggiormente incurva i raggi del Sole, a misura ch'ei s'avvicina all'orizzonte (154, 168). Perciò gli orologi solari avanzano la mattina, e ritardano la sera: ma l'errore è insensibile fino a due ore circa avanti e dopo il mezzodì.

581. Facendo l' altezza dello stilo, maggiore o minore di linee 432, si aumenteranno o diminuiranno in proporzione i numeri della tabella per le distanze CP, PM. Per esempio, se

lo stilo fosse tre volte più corto, cioè di linee 144. le dette distanze si piglierebbero parimenti tre volte minori. Che se la proporzione non fosse così precisa, ma si assumesse lo stilo, verbigrazia, di linee 156, allora bisogna fare il computo d' una regola del tre; dicendo: Se l' altezza di 432 linee dà PC di 438 $\frac{1}{2}$ (per Modena), l' altezza di 156 linee qual valore darà di PC? Moltiplicando 438 $\frac{1}{2}$ con 156, e dividendo il prodotto per 432, emerge PC di linee 158 $\frac{1}{3}$. Con questa regola si troverà PC per ogni altro paese: e nello stesso modo PM.

582. Quando i compassi ordinari son troppo piccoli per le costruzioni antecedenti, possono agevolmente surrogarsi quelli a verga, di cui do la figura, siccome assai facile da eseguirsi. Consistono puramente (*fig. 4*) in una verga di metallo, o di legno duro, dritta, liscia, soda che non s' incurvi, e lunga 3 piedi, o 4, o più. Due scatole, come C, D, aperte in due fianchi opposti, ed armate di punta acuta d' acciajo, ricevono la verga, e si fermano dove si vuole mediante una vite. La prima C può anch' essere stabile: bastando che l'altra scor-

ra per essere arrestata dove fa d' uopo. Ho rappresentato in grande le scatole nella *fig.* 5, acciocchè si osservi, che l' estremità della vite preme una laminetta d' acciaio contro la verga, per non lasciare su questa impronte, nè incavature. Qualunque sia il compasso, di cui vi valete, importa grandemente, che le punte sien fine, e che usiate ogni scrupolosa diligenza per metterle sempre nel mezzo, così de' punti, come della grossezza delle linee.

583. Abbiamo insegnato a costruire una meridiana, ed anche un orologio solare, sopra un piano orizzontale. Volendo segnar la prima sur un piano verticale, cioè sopra un muro, cominciate dal piantare in questo lo stilo, o pure la verga o verghe portanti la lamiera pertugiata; poi notate il punto d' ombra al momento del mezzodì determinato da una meridiana orizzontale. Quindi applicando rasente il muro e sul punto d' ombra un filo ben tirato da un peso, imprimete sotto la dirittura del filo due altri punti, che abbraccino la lunghezza cui dar volete alla meridiana. Tirate dall' uno all' altro una linea retta, che pas-

sar deve altresì pel primo: e questa sarà la meridiana. Circa i suoi termini dar non si possono regole generali, poichè dipendono dalla posizione del muro, e dall' altezza dello stilo. Il punto d' ombra li manifesta ne' due solstizj, val a dir dai 14 ai 26 Giugno, e dai 16 ai 25 Dicembre. Se in questi giorni le nubi impedissero l'osservazione, fatela dopo al più presto, e tenete la meridiana un pochetto più lunga.

584. Per delineare un orologio a sole sopra d' un muro è di necessità saper di trigonometria: per esser rarissime le muraglie rivolte *alla giusta* plaga del mezzogiorno; ed ogni diversa declinazione mutando il posto alle linee orarie. Similmente la descrizion della meridiana del tempo medio (540) richiede un Matematico. Ella è una curva, che serpeggia d' intorno alla meridiana del tempo vero, tagliandola in quattro punti, ne' giorni in cui l' equazione è nulla (538): rassomiglia appresso a poco il numero 8. In ogni altro dì il punto d' ombra traversa ambi i rami della curva: un di questi dà il mezzodì in certe stagioni, l' altro nelle altre: onde non *solo*

è mestieri saperla descrivere, ma ancora saper su qual ramo si debba por l' occhio ne' diversi tempi dell' anno. Segnata per altro che fosse da mano perita, la seconda nozione agevolmente si renderebbe pubblica.

585. Corrono per le mani di tutti certe scatolette, di lieve prezzo, ch' esposte al Sole manifestano l' ora. La picciolezza d' esse può dar luogo ad errore d' alquanti minuti: ma in viaggio, massime poi sul mare, o villeggiando, son comodissime e di sufficiente esattezza per li bisogni del vivere. Consigliando per tanto ciascuno a farne acquisto, dirò come sia da valersene. Il cerchio di metallo, sul qual sono incise le ore, si debbe alzar sulla sua cerniera fin tanto che possa elevarsi liberamente un archetto sottoposto, ch' è pur di metallo, della grandezza d' un quarto di cerchio, sul quale sono intagliati li numeri 10, 20, ecc. fino ad 80, che sono li gradi di latitudine. Elevate questo quadrante quanto potete; poi abbassate il cerchio, di maniera che il primo rimanga fuori, ed entri nella scanalatura od incastro, che a tale oggetto il secondo porta sul fianco. Bassate di tan-

to il cerchio, che la superficie ove sono le ore, venga a corrispondere al grado di latitudine del paese in cui siete. Per conoscerla può giovarvi la tavoletta (574), trascurando i minuti, giacchè ne' suddetti quadrantini appena è visibile il grado, non essendovi segni ordinariamente che ad ogni due gradi. Alzate l' ago mobile, ch' è nel centro del cerchio, tal che venga ad essere perpendicolare alla superficie, se pieno fosse, del cerchio medesimo. Posate la macchinetta sopra un piano colpito dal Sole, e giratela tanto che l' ago calamitato declini un poco dalla linea di tramontana verso ponente. Nel fondo della scatoletta suol esservi scolpita la rosa de' venti con due linee incrociate, le cui quattro estremità son denominate dai punti cardinali, settentrione, oriente, mezzogiorno, occidente. Un' altra linea, con punta a freccia, traversa d' ordinario obliquamente quella di settentrione e mezzodì; e rappresenta la posizione, in cui deve fermarsi l' ago calamitato. Immaginandoci divisa in cinque parti la distanza dalla punta della linea di tramontana alla punta di quella d' occidente, l' acuma

dell' ago deve stare, in queste regioni, una d' esse cinque parti discosto dalla punta della linea di tramontana. Questa si chiama *la declinazion della calamita:* imperocchè pochi sono i paesi nel mondo, ove questa s' indrizzi precisamente al norte; ma in quelli d' Italia, per cui scrivo, declina 18 gradi circa verso ponente, siccome ha riconosciuto con accurate osservazioni l' astronomo Padovano Sig. Ab. Chiminello. Ora 18 gradi sono il quinto di 90; e 90 comprendono un quadrante di cerchio, qual è quello abbracciato tra le due linee di tramontana e di occidente. Adunque volgendo la scatola, finchè l' ago calamitato si trovi a quella distanza dalla linea di tramontana e mezzogiorno, allora questa linea indica esattamente le stesse plaghe: e la scatola giace nel vero sito, in cui può servire al fine per cui fu fatta. Stando essa così, badate quando l'ombra dello stilo batta precisamente sopra un de' segni delle ore, o delle mezz' ore, e saprete che ora è, con pericolo di sbagliare di pochi minuti.

186. Questi orologi si appellano *equinoziali*, atteso che il cerchio delle

ore, montato come sopra, riesce parallelo all' equatore, cioè al piano del circolo della linea equinoziale, nel qual piano, mentalmente prodotto, si trova essere il Sole nel giorno dell' equinozio. Di maniera che, se ciò avvenga per caso nel momento dell' osservazione, i raggi batteran drittamente nella costa del circolo delle ore, e l' ombra dello stilo anderà *lontana*, senza giovare all' intento: ma questo difetto inevitabile è raro, e per così dire istantaneo, poichè il Sole traversa rapidamente il piano dell' equatore, e per poco che sia *sopra o sotto*, l' ombra dello stilo *si rende* operativa. *Gli orologi equinoziali* in grande sono i più facili da costruirsi, poichè gl' intervalli fra un' ora e l' altra son tutti eguali: ma essendo poi difficili da collocarsi esattamente paralleli all' equatore, era poco utile l' insegnare a descriverli.

587. Si fan parimente orologi solari, che mostrano l' ore all' italiana, ed a qualunque altra usanza: per esempio, le Babiloniche, le quali principiano a correre al levar del Sole; le Giudaiche o Romane, e l' Ecclesiastiche (474). Ma tutti questi orologi di-

pendon da quello delle ore Europee (475); del qual solamente ho trattato, per esser l' unico, che sia agevole, e necessario in tutti li casi.

588. La teoria della gnomonica è sempre piantata sull' ipotesi, che il vertice dello stilo sia il centro della Terra: nè alcun error ne risulta, a cagione che il semidiametro del nostro globo è quantità da nulla rispetto alla gran distanza di esso dal Sole (Cap. X).

CAPITOLO XXIV.

De' climi e delle stagioni.

589. Per *clima* s' intende in Astronomia una fascia della superficie terrestre, terminata da due paralleli (533), ne' quali il più lungo giorno ha mezz' ora di più o di meno dall' uno all' altro. Li paesi giacenti nell' equatore, o sia sulla linea equinoziale, esempigrazia Quito nel Perù, godono la presenza del Sole ore dodici sempre. Perciocch' Egli e le stelle s' innalzano quivi dall' orizzonte per linea perpendicolare; e non per linea obli-

qua, siccome fanno con noi. Addiviene poi quello dall' essere le regioni sopraccennate a distanza uguale dal polo artico, e dall' antartico; i quai *poli* son proprio nell'orizzonte di que' *paesi*, a quel modo che stanno i perni d'una ruota da mulino: laonde ogni punto della Terra, in virtù della rotazione (Cap. XIV), gira in un cerchio perpendicolare alla *superficie terrestre*, alla stessa guisa della ruota; e la circolazion diurna degli astri deve parere (275) a quegli abitanti succedere similmente. Tale stato di cose si chiama *la sfera retta*.

590. *Quel giornaliero apparente circuito de' corpi celesti* è dunque diviso dall' orizzonte in due semicirconferenze uguali. Fate che un piano tagliente si mova parallelo al terreno, e *ferisca la ruota pel suo bel mezzo*, cioè *passi* pel *centro* e per *ambi* i perni; *rimarrà ella ricisa in due metà*. L' ambito della metà superiore è figura del moto apparente degli astri dal levare al tramontare: l' ambito inferiore è l' immagine dello stesso moto dal tramontare al levare. Li due tempi di cotal moto esser debbono dunque uguali: poichè si *spende* in

uguali semicirconferenze. Ecco spiegata la causa per cui, ne' paesi situati lungo la Linea, la durata del giorno è costante, e pareggia mai sempre la lunghezza della notte.

591. Ma fuori di quelle posizioni, ogni luogo quant' è più discosto dall' equatore, o sia (con altre parole) quant' è più vicino al polo, tanto più soggiace ad ineguaglianza tra i giorni e le notti. Ne' nostri climi, a cagion d'esempio, la giornata più lunga, nel mese di Giugno, tira ore 15, min. 36; la più breve, in Dicembre, ore 8, min. 38. Quindi la notte più corta, all' entrar della state, abbraccia ore 8, min. 24; la più lunga, al principio d' inverno, ore 15, min. 22. Tentiamo di penetrare alle cause di così fatti svariamenti.

592. Date di piglio ad un popone, e cingetelo con un filo a distanza ugual da que' punti, dove le costole s' incrocicchiano. Se a que' punti raffigurate i poli della Terra, avrete nel filo il sembiante dell' equatore. Fra questo ed un polo circondate il popone con altro filo, il qual serbi sempre una stessa distanza dal primo: sarà nel secondo rappresentato un paral-

lelo. Comunque vi piaccia fendere il popone da *un* polo all' altro, taglierete ambi i cingoli in parti uguali. Or questo è il caso degli abitanti lungo la Linea, l' orizzonte de' quali spartisce la Terra per simil maniera, perciocchè i poli giacciono in quello.

593. Non così per coloro, rispetto a' quali un polo è innalzato dall' orizzonte, l' altro è depresso: a cagion d' esempio per noi che miriamo la stella polare all' altezza di mezzo cielo, la bisogna succede molto diversamente. Sopra un popone intero e ricinto come sopra, eleggete *un punto che sia di mezzo fra un polo* e l' *equatore*. Segnate il punto diametralmente opposto, cioè quello dove uscirebbe una lunga spilla, la qual traforasse il popone, entrando pel primo *punto*, e tragittando pel centro del popone. Per li due punti opposti, accennati or ora, fate passare un tagliente ferro, dal quale il popone sarà dimezzato. Vedrete bensì diviso in due semicirconferenze uguali quel cingolo che rappresenta l' equatore: ma non così l' altro filo, rappresentante il parallelo. Tanto più ineguali comprenderete (e con altri *poponi*

comproverete) riuscire dell' ultimo filo le due porzioni, quanto più i punti eletti saran vicini all' equatore.

594. Posate sur un desco ciascuna metà del popone, dalla banda piana del taglio. La tavola sarà immagine dell' orizzonte comune ai due paesi antipodi (597), che giacessero ne' culmini de' due mezzi poponi. Questo stato di cose si noma la *sfera obliqua*: da poi che l' equatore ed i suoi paralleli sono inclinati obliquamente al piano dell' orizzonte. Salvo i pochi abitanti sul margine della Linea, il rimanente del genere umano dimora nella sfera obliqua.

595. La rotazion della Terra facendosi d' attorno ai poli, perciò le stelle ed il Sole fan vista ogni dì circondarla per cerchj paralleli all' equatore. Questo poi è tagliato per mezzo dall' orizzonte di qualsivoglia paese (592, 593, 594). Dunque allor quando miriamo il Sole nell' equatore, all' esordio di primavera e d' autunno in Marzo ed in Settembre (22), allora il giorno deve uguagliare la notte in ogni luogo della Terra. Ma fuori di que' due tempi veggendo noi, per virtù del moto annuo di essa (347), correre il

gran luminare apparentemente sulle circonferenze de' paralleli; ed essendo questi tagliati dall' orizzonte in porzioni vie più disuguali, quanto più il domicilio nostro è vicino al polo, cioè quanto men l'orizzonte nostro si scosta dal piano dell' equatore (593): di quì spicca chiara la verità dell' asserto (591); e le disuguali porzioni del secondo filo, dalle quali è raffigurata la lunghezza del giorno e della notte, possono darne oculare convincimento.

596. Osservate che in una delle metà del popone esso filo passa di mezzo fra l'equatore ed il polo; nell' altra il luogo di mezzo è tenuto dall' equatore. Nel primo caso il giorno è maggior della notte, siccome più lunga vedete su quel mezzo popone la tirata del filo: quest' è l' immagine della nostra estate. Nel secondo caso il giorno è più breve della notte, siccome è più corta la rimanente porzion del secondo filo applicata a quell' altro mezzo popone: e questa è l' immagine del nostro inverno. Ma per un medesimo dì li due mezzi poponi ci danno a conoscere, che i nostri antipodi han sempre la stagione con-

traria alla nostra, e che il loro giorno uguaglia la nostra notte, e viceversa.

597. Due paesi diametralmente opposti si chiamano *antipodi*: perciocchè quivi gli uomini hanno le piante de' piedi, gli uni contra gli altri; e pur son diritti ugualmente (36, 49). Gli abitatori di Lima nel Perù sono antipodi con quelli di Siam nelle Indie. Pekino è antipodo di Buenos Ayres: e così discorrendo.

598. Degli antipodi l' orizzonte è il medesimo: se non che ciascun vede il rovescio relativamente all' altro. Per l' uno si levano gli astri, quando tramontano per l' altro. Quel dì ch' è il più lungo da una parte, è il più breve dall' altra. La mattina di qua è la sera di là: il mezzodì dell' uno è la mezzanotte dell' altro.

599. In cambio d'un popone potete adoprare una palla, qual più vi piaccia, segnando in essa due punti diametralmente opposti per figurare i poli, e facendo il resto come sopra. Se applicherete alla palla una striscia di carta, che vada dall' equatore ad un polo, e questa striscia dividerete con linee trasversali in novanta parti uguali; dei paralleli diurni che il So-

le apparentemente descrive nel corso di un anno, il più lontano dall' equatore sarebbe quello, il qual fosse distante 23 ½ di quelle parti, così da una banda come dall'altra dell'equatore medesimo. In tal situazione adattando il secondo filo, acquista il nome di *Tropico:* e dicesi *boreale*, tra l' equatore ed il nostro polo; *australe*, tra l' equatore ed il polo antartico.

600. Or cingete la palla con un filo, ogni cui punto sia lungi dal polo 23 ½ delle anzidette parti: esso filo terrà sembianza del cerchio, il qual dicesi *polare*. Gli abitatori fra questo filo ed il polo hanno uno o più giorni, o mesi di presenza continua del Sole, senza ch'ei nasca o tramonti. Tale prerogativa si stende ben 30 miglia di qua dal cerchio polare tutto d' intorno, a cagion delle rifrazioni (183). Entrando a fender la palla per metà, da un punto posto fra un tropico e l' equatore, il filo del tropico rimane intero, e rappresenta il giorno senza notte, per que' tempi ne' quali il Sole si trova in quello o negli altri fili paralleli che dal taglio non sarebbero recisi.

601. Se tagliate il popone o la

palla per la cintura equatoriale, posando quelle metà sulla tavola, dalla banda piana della sezione, ciascun polo siederà nel culmine della metà respettiva. Cotal posizion si denomina la *sfera parallela*, poichè un abitante al polo, se ve ne fosse, vedrebbe le stelle aggirarsegli intorno, tenendo sempre un' altezza medesima dall'orizzonte, cioè descrivendo cerchj paralleli all' orizzonte, il qual si confonde e identifica con l' equatore.

602. La fascia di superficie terrestre, racchiusa fra i tropici, è detta *la zona torrida*: poichè gli abitanti in quella, due volte all' anno, mirano il Sole a perpendicolo nel meriggio sul loro capo. Le due fascie, abbracciate da un tropico e dal più prossimo cerchio polare, si appellano le *zone temperate*: imperocchè li viventi in quelle, come siam noi, sono sferzati sempre obliquamente, e per ciò con minor veemenza, dai raggi solari, senza esserne privi nè percossi 24 ore continue giammai. Finalmente li berrettini compresi tra ciascun polo ed il respettivo cerchio polare, portano il nome di *zone glaciali*: perciocchè il dimorarvi soggiace ad uno o più gior-

ni o mesi di notte continua; per la qual cosa il freddo vi regna più intenso, e li ghiacci, quasi per tutto, sono perpetui.

603. La differenza delle stagioni nasce per tanto dalla disuguaglianza fra i giorni e le notti. Dove questa è maggiore, maggiore è il divario dal massimo freddo al massimo calore. Tale proposizione si deve per *altro intendere* a circostanze pari: giacchè qualità ed elevatezza del suolo hanno gran parte nella temperatura. Sulle coste d' Africa, comechè poste nella zona temperata, pur ferve *il caldo più* che tutt' altrove, *a cagion che le sabbie* se ne impregnano troppo più, che non fanno i monti, le acque e le foreste; ed a causa che s' alzano poco dal livello del mare. Quant'è più bassa una piaggia, tanto più corpi eminenti ha d' *intorno, che sovr' essa riverberano i raggi solari*. Ora il caldo è *proporzionato* alla quantità di questi: nè altro è il motivo del freddo che sentesi crescere da chi sale sulle montagne. Nel Canadà, la cui posizione geografica è appresso a poco quella di Francia, laonde l' alternativa de' giorni e delle notti *vi serba lo*

stesso tenore, ciò nondimeno il freddo è notabilmente più acuto, per essere quelle regioni Americane più ingombre da boschi, men coltivate, men popolose, più paludali: e così Quebec, ancorchè costituita nel parallelo di Venezia, soffre gli algori della Lapponia. All'incontro Quito, che giace nel cuor della zona torrida, pur gode di primavera perpetua; poichè s' erge ad un miglio e mezzo dal livello del mare, la presenza del Sole non passa mai le ore dodici, ed è mitigata dalla vicinanza di montagne maggiori vestite mai sempre di neve.

604. Or fia ben fatto esplicare il motivo, per cui non suole il freddo essere il massimo nel preciso tempo delle notti più lunghe, nè il caldo essere il massimo nel preciso tempo delle più prolisse giornate. Ad intender ciò facilmente, osservate, qualmente in qualunque giorno di qualsivoglia stagione (posti da banda gli accidenti straordinarj), il minor caldo è al levar del Sole, il massimo all' ora nona ecclesiastica *(474)* val a dire ai tre quarti della giornata; il medio la mattina alla quinta parte del giorno, e la sera poco avanti l' occa-

so. Al contrario, considerando il calore proporzionato all' altezza del Sole, parrebbe che il massimo regnar dovesse al mezzodì; ed il minimo alla mezza notte, allor quando è maggiore l' abbassamento e la lontananza del gran luminare dal nostro orizzonte. La causa degli accennati ritardi consiste in questo: che un certo spazio di tempo abbisogna, perchè i corpi s' impregnino del calore de' raggi solari, e perchè se ne spoglino.

605. A quel modo che se ad un cocchio tirato da un cavallo s' aggiunga un altro destriero anche più debole, il corso si accelera; parimenti se a' raggi, che sono lì più gagliardi nel mezzodì, sopraggiungano altri, anche meno cocenti, il calor generato dai primi deve aumentarsi. Imperocchè svapora esso in vero continuamente da' corpi, ma tuttavia dee pur crescere per virtù de' raggi sopravvegnenti, insino a tanto che questi ne infondano più di quello che esala. Così per l'appunto va la bisogna sin verso all' ora nona, secondo la testimonianza del termometro. Or se ai primi già stanchi altro palafreno si accoppi, il qual sia di tal forza quanta ne va dicre-

scendo in quelli, rimarrà la carriera qual è, senza farsi più rapida, nè più lenta. Similmente sull' ora nona, per essere i novi raggi di tal calore dotati, quanto in quel torno l' evaporazione disperde, perciò la caldezza, sospinta al grado massimo dalle precedenti addizioni successive, convien che allora cessi di crescere. Ma non guari anderà che se ai corridori vie più spossati un altro venga appajato di sì gramo vigore, che a compensar non vaglia il perduto dai primi, non solamente la velocità non potrà ricrescere, ma nè men mantenersi, e per conseguente dovrà infievolire. Per simil modo li raggi che van dopo nona soprarrivando, non essendo forniti di tanto calore, quanto dalla svaporazione consumasi, è forza che il caldo progressivamente sminuisca. E come durante la notte cessa il venire de' raggi, e non cessa l' esalazion del calore, così il calor minimo siederà verso il nascer del Sole.

606. Quello che s' è sminuzzato avvenire nel corso di 24 ore, sarà facile adesso applicare ai periodi delle stagioni. Nel principiar dell' inverno, dopo il mezzo Dicembre, è ben ve-

ro, che la possanza de' raggi solari è la minima, sì perchè vengono di men d' alto che mai, sì perchè vengono in minor copia a cagione de' giorni più brevi; ma insino ad un certo dì nel Gennaio (dì che non è lo stesso in differenti climi, dov' è diversa l'altezza meridiana del Sole) il vigore crescente de' raggi consecutivi non basta a riparare le perdite del contemporaneo svaporamento. Per conseguente il freddo seguita a ingagliardire: e il massimo oscilla, nelle regioni a me note di Modena e di Verona, d' intorno agli 11 di Gennajo. Similmente al solstizio di Giugno, allorchè l'ardore de' raggi solari è il più veemente, ed insieme il più diuturno per la lunghezza delle giornate, non però accade che sentasi la più intensa caldezza; la quale ondeggia piuttosto d' intorno ai 17 di Luglio. Imperocchè la notturna esalazione non essendo tanta, innanzi a quest' epoca, quant' è il diurno incremento che arrecano i nuovi raggi, quindi è che il caldo prosegue a crescere. Deono bensì li prefissi tempi del massimo freddo, e del massimo calore, pigliarsi largamente, quali epoche mezzane fra certi estre-

mi, a cui vengono trabalzate da tenor vario di venti, di pioggie, e d' altre meteore.

607. Dalle cose dette si rende chiaro, che se per noi, dimoranti fra l' equatore ed il polo artico, prende cominciamento la state allor quando osserviamo il Sole nel tropico boreale (599), e l' inverno quando veggiamo il Sole nel tropico australe: per converso le genti stanziate fra l' equatore ed il polo antartico, debbono sempre aver le stagioni opposte a quelle che regnano nell' emisfero settentrionale; poichè il Sole è basso di là quand' è alto di qua, e viceversa. Inoltre se la distanza dall' equatore è uguale, la lunghezza del giorno da una banda pareggia quella della notte dall' altra: la Terra Magellanica e la nuova Zelanda sono in questo caso per rispetto alle nostre regioni.

608. Or fa mestieri ben intendere, come succeda in virtù del moto annuo della Terra, che il Sole ci appaja rispondere a paralleli diversi da un giorno all' altro. Quando il vedete spuntar la mattina dall' orizzonte, fate supposizione che quivi rimangasi fermo, e che intanto la Terra cammi-

ni verso la plaga di mezzogiorno, la qual vi sta sulla destra: non avrete difficoltà a concepire, che in simil supposto que' punti terrestri, cui sembra or ora toccare il gran luminare, da lui si stacchino, ed altri ch' erano prima sulla sinistra da esso, subentrino nell' apparente contatto. Ma ogni punto diverso nell' orizzonte terrestre appartiene ad un parallelo diverso, siccome potete ocularmente apprendere dai mezzi poponi adagiati sopra la tavola. Adunque il moto annuo della Terra ci fa vedere il Sole rispondere a paralleli continuamente diversi. Che se dicemmo altra volta (519), la direzione di cotal moto esser piuttosto verso occidente, non per ciò l' una frase discorda dall' altra: poichè allora l' osservatore era volto al sud; e così sempre il moto succede alla destra di chi risguarda il Sole.

609. Direte bensì, che quest' astro non rimane fermo nell' orizzonte, conforme alla supposizion testè fatta. Ma vi ricordi aver noi dimostrato (Cap. XIV), non esser quel moto, ond' ei s' alza dall' orizzonte, altro che un' apparenza, nascente dalla rotazione continua del nostro globo. Gode poi

questo d' un altro moto, che è quello di traslazione o sia annuo (Cap. XVIII), in virtù del quale intendeste or ora, mutarsi incessantemente il parallelo del Sole. Da ciò proviene, che quella circolazione diurna, ch' ei sembra descrivere intorno a noi, non è veramente un cerchio, ma piuttosto una spira, simile a quella delle viti, nella quale egli passa nel corso d' un giorno da un pane al contiguo. Quindi si fa diversa ogni dì l' altezza meridiana di lui: la maggiore genera più brevi le ombre de' corpi; la minore più lunghe: di che può comprendersi adesso, e riman così sodisfatta la nostra promessa (441); per qual maniera il variar dell' ombre derivi dal moto, con cui la Terra gira in un anno d' intorno al Sole.

610. Rimane da adempiere l'altra parte della citata promessa, facendo capire, come il ritorno dell' ombra stessa costituisca l'anno tropico, piuttosto che il siderale. L' anno tropico d' un pianeta, e perciò della Terra eziandio, è quel tempo cui spende ciascuno a tornare, mentre gira d'intorno al Sole, al medesimo punto equinoziale (421). L'anno sidereo si com-

pie quando il pianeta ritorna allo stesso punto del cielo donde partì (436). Fra questi due tempi passa una comunque tenue differenza. Imperocchè il punto equinoziale ritrocede (421), e per conseguente la Terra lo incontra prima di terminare l' anno sidereo. Di questo fenomeno, il qual si chiama la precessione degli equinozi, tratteremo a suo luogo ampiamente. Or diremo soltanto: che il moto annuo del nostro globo non ha in sè ragion di mutare minimamente la direzione dell' asse, cioè della linea retta che andasse da un polo all' altro; di maniera che questa dovrebbe sempre rimaner parallela con sè medesima. Ma le attrazioni del Sole e della Luna fanno sì, che quel parallelismo si sconci alcun poco, e l' asse vada piegandosi del continuo lentissimamente, per guisa che nel corso d' anni ventisei mila ogni polo descriva un cerchio uguale al polare (600). Torcendosi l' asse, s' inclina di conseguenza l' equatore, il qual rassomiglia ad una ruota di cui quello sia il mozzo. Quindi nasce che il piano dell' equatore, mentalmente prolungato ne' cieli, rincontra il Sole più presto, che

non farebbe senza quel torcimento. Or la Terra è nel punto equinoziale, quando in tutta la sua superficie il giorno è uguale alla notte (595). Allora ogni paese vede il Sole nell'equatore, e per conseguente l'altezza meridiana di lui è la stessa in ogni equinozio, da poi che i poli e la Linea non cangiano punto la loro situazion relativa, sebben si muti quella del globo intero per rispetto al Sole. Le ombre son dunque uguali in ogni equinozio, e la loro uguaglianza per ciò s' accorda con l'anno tropico; nè può concordare col siderale, il quale è più lungo (453).

611. Senza la tardanza del massimo freddo, e del massimo calore, dichiarata sopra (606), sarebbe stato conveniente collocare il mezzo delle stagioni ne' solstizj e negli equinozj, non già il principio, come fu fatto. Incomincia per tanto, di comune consenso, la stagione del verno, nel nostro emisfero boreale, ai 21 Dicembre; nel qual giorno l' altezza meridiana del Sole è la minima. Dovrebbe il freddo essere allora nel colmo, senza l' indugio sumentovato: ma per non essere questo uguale per ogni do-

ve, perciò il principio del verno reale non è veramente contemporaneo ne' paesi tutti del medesimo emisfero. Cade per certo avanti il 21 Dicembre; ma per la diversa quantità de' giorni antecedenti, ed inoltre per la grande incostanza delle meteore, non essendo possibile stabilire un' epoca comune, che fosse giusta, fu adottato generalmente il dì del solstizio (441), affinchè, se non altro, il cominciamento delle stagioni corrispondesse a fenomeni astronomici determinati. Ne venne che il principiar della Primavera dovesse portarsi al dì 20 *Marzo*, che è quello dell' *equinozio*, quantunque la temperie mezzana prenda a regnar giorni prima. Vaglia lo stesso discorso relativamente all' esordio della State, adattato al solstizio del dì 21 *Giugno*; ed a quello dell' Autunno, situato nell' equinozio dei 22 Settembre.

612. La differenza d' un giorno, che accade talvolta nell' ingresso delle stagioni, il qual deve sempre coincidere coi fenomeni, dipende dal dì intercalare, che aggiungesi negli anni bisestili. E' poi da notarsi, che da' 20 Marzo a' 22 Settembre passa in-

tervallo di giorni 186; laddove da' 22 Settembre a' 20 Marzo il quantitativo de' giorni compresi è soltanto di 179. Laonde, negli anni comuni (465), le stagioni di Primavera e d' Estate durano insieme sette giorni di più, che non quelle d' Autunno e d' Inverno. E' causa di ciò la maggior lentezza del moto annuo nelle prime, al paragone con le ultime; siccome abbiam dichiarato (402).

613. Nella zona torrida non v' è quasi varietà di stagioni (603). Bensì tutte sentirsi possono in un dì medesimo, con alzarsi più o meno dal livello del mare. Nelle pianure e nelle valli il calore è estremo. All' altezza di verso a due miglia, la temperie dolcissima. Elevandosi un miglio ancora, si trova sulle montagne la neve perpetua, ed il freddo insopportabile. Gli abitanti di questa zona vedono il Sole, una parte dell' anno da banda di tramontana, e la rimanente parte da banda di mezzogiorno.

614. Coloro che fanno dimora lungo la Linea, rimirano tutte quante le stelle del cielo: là dove nella sfera obliqua rimangono sempre occulte quelle che fan corona al polo depresso,

ed infino ad una certa distanza. Consiste questa in tante delle 90 parti divisate sopra (599), quanti sono li gradi di latitudine d' ogni paese. Potete riscontrar ciò sul popone tagliato secondo la sfera obliqua.

615. Come poi l' ineguale lunghezza de' giorni proviene dal variamento de' paralleli, su cui grada il Sole continuamente; e come ei ritorna due volte l' anno in ogni parallelo, cioè quando ascende, nel corso d' inverno e di primavera, dalla minore alla massima altezza meridiana, e quando ritrocede e discende, nel girar della state e dell' autunno, dalla massima alla minima, così ogni giorno ha il suo pari in durata, e per la stessa ragione ogni notte. Sono, a cagion d' esempio, d'egual tirata, il dì 2 Febbrajo e il dì 7 Novembre; il 18 Marzo ed il 23 Settembre; e così ogni altra coppia di giorni, ne' quali il levar del Sole succede nell' ora e minuto medesimi; laonde sì fatte coppie ciascun può da sè rinvenire nell' Almanacco da noi pubblicato gli anni decorsi. Inoltre ad ogni coppia di giorni uguali corrisponde una coppia di notti altrettanto lunghe di quelli. Verbigrazia, le

notti dei 30 Aprile, e degli 11 Agosto abbracciano ore 9, min. 46; cioè tante, quante il dì 2 Febbrajo, e il dì 7 Novembre. Finalmente in tutti li paesi situati sul medesimo parallelo, lo stesso giorno è d' ugual durata, per quanto siano remoti l' uno dall' altro Perciò la Spagna ed il Giappone, Napoli e Pekino, son per tal capo a stessissima condizione.

616. Abbiamo riconosciuto *(402)*, la Terra esser più vicina al Sole nel verno che nella state. Benchè il divario oltrepassi li due milioni di miglia *(391)*, pur non produce che un quindicesimo circa d' intensità maggior della luce sul fin del Dicembre, che al compier di Giugno. Ella tien la ragione inversa *(209)* ne' quadrati delle distanze: laonde la forza o la copia de' raggi nel solstizio d' inverno, relativamente a quella nel solstizio di state, sta come il quadrato di 1017 al quadrato di 983; negligendo li numeri susseguenti *(397)*. Dall' altra banda è cosa indubitata, che il fervore de' raggi tanto è maggiore, quant' è maggiore l' altezza meridiana del Sole: giacchè la tardanza del caldo massimo esposta *(606)* dipende dall' accumular-

si quello de' giorni successivi al solstizio, non mai dall' esser più grande il calor intrinseco de' raggi verso li 17 di Luglio, che circa il 21 di Giugno. Ben si può conchiudere, che le varietà di caldezza cui proviamo, dipendono massimamente dalla diversa inclinazione de' raggi solari, e dalla differente lunghezza de' giorni. Di fatti ha potuto *Bouguer* con esperimenti scoprire, che l' intensità della luce è minore 1354 volte, al levare od al tramontare del Sole (quando in vero i nostr' occhi non temono d' affisarlo), di quel che quand' ei fosse al zenit (10), dove accade mirarlo agli abitatori della zona torrida.

617. Niuno è che non abbia talvolta veduto i rimbalzi che fa sull'acqua una pietra scagliata di sghembo. Per simil modo la luce, quando ferisce l' atmosfera obliquamente, risalta in parte e non entra. Quella poi che penetra e passa, non giunge tutta alla superficie terrestre. Imperocchè la crassizie de' vapori ne imprigiona ed arresta non poca: e sì fatta usurpazione tanto è iterata, quant'è più lungo il viaggio della luce per l' atmosfera, cioè (168) quanto è maggiore

l' obliquità de' raggi. Inoltre a misura che il giorno, o sia la presenza del Sole, persevera davvantaggio, vie cresce sempre la moltitudine de' raggi che sopravvengono. Componendo le cause esposte, inferisce il *Mairan* da computi d' approssimazione, il calor della state nel clima di Parigi (il qual non si scosta notabilmente dal nostro) essere diciassette volte maggiore di quello del verno.

618. Nè in ciò convien comparare li gradi del termometro: siccome quelli che non misurano e non manifestano il calore assoluto. Se fosse possibile dispogliare il mercurio d'ogni calore, allora conosceremmo a qual segno del termometro corrisponda il principio del calore. Al presente li gradi del freddo su questo istromento non sono altra cosa che gradi di caldo minore. Il freddo assoluto non esiste: ei sarebbe la cessazione totale d' ogni vita e d' ogni moto. Quel freddo che sentiamo non è altro che diminuzion di calore. E' riuscito a' Chimici congelare il mercurio, e ridurlo in massa solida. Allor si vide abbassato nel termometro di Reaumur a 592 gradi sotto lo zero. Cotal freddo terribile,

operato artifizialmente a Pietroburgo, quanto supera mai quel di sei a sette gradi, che ci riesce sì aspro ne' nostri verni! Pur s' ingannerebbe d' assai chi credesse, che il mercurio indurito sia privo d' ogni calore. *Mairan* argomenta, che la total privazione anderebbe a mille gradi; *Buffon* la porta a diecimila: l'ignoranza del termine è dimostrata. Ma pongasi ai mille solamente: in tal caso il calore assoluto e massimo nella nostra state sarebbe 1028 circa, quello minimo nel verno 994. Or 1028 è ben lungi dall' essere 17 volte maggiore di 994.

619. Perciò delli 994 gradi non puossi attribuir se non 2 alla forza de' raggi solari, e quindi 34 nella state. Per conseguente li rimanenti 992 appartengono al globo terrestre in sua proprietà. In qualunque supposizione è mestieri ammettere, che la Terra abbia in sè stessa un deposito enorme di calore: e chi vuole un fuoco centrale, un nocciuolo ardente smisurato; chi crede ogni particella della massa terrestre interiore, dotata di fuoco quivi stagnante. Sia comunque si voglia, quei 992 gradi non possono credersi generati dal successivo impregna-

mento de' raggi solari; altrimenti bisognerebbe che l' interno calore del globo andasse crescendo continuamente; il che è troppo contrario all'esperienza; veggendosi ne' sotterranei profondi star sempre costante il termometro ne' 10 gradi.

620. Scaldando il Sole sette giorni di più (612) l'emisfero boreale che non l'australe, ne segue che i ghiacci del polo antartico si distendono a doppia distanza di quelli dell'artico. Delle 90 parti indicate sopra (599), le prime 10, tutt' all' intorno, partendo da questo polo, sono il confine de' ghiacci *estivi*: là dove il capitano Cook gl' incontrò in lontananza di 20 di quelle parti dal polo antartico; ma l' Ollandese *Barentz*, che indugiò dopo il colmo della state, rimase rinchiuso più e più mesi col suo vascello in distanza di 14 di quelle parti dal nostro polo.

621. Vengo adesso a distinguere i climi; almeno in parte, per non far troppo lunga e poco utile diceria. Il parallelo, ove il giorno più lungo è di 13 ore, traversa le isole Antille. Quello delle ore 14 passa per Alessandria d' Egitto. Le ore 15 spettano

a Barcellona, a Terracina: da questo clima per pochi minuti si scostano, una in meno, altra in più, Costantinopoli e Roma. Il parallelo delle ore 15 ½ tragitta per Lione, Milano, Verona, Venezia. *Il più lungo giorno in* Modena abbraccia ore 15, min. 22. Ma in tutte queste determinazioni è negletto l'allungamento che nasce dalle rifrazioni (182). Il parallelo delle ore 16. corre per Ratisbona, Metz, poco sopra Parigi, e travalica il Canadà. Sotto il clima delle ore 17 giacciono Danzica, Vilna. Londra è di mezzo fra gli ultimi due. Le ore 18 appartengono alle isole *Orcadi*, a Lunde in Norvegia, a *Tobolsk* in Siberia. Le 19 alla baja di Hudson. Le 20 a Drontheim di Norvegia, all' isola Clerke nell' America settentrionale, Il parallelo delle ore 21 trapassa per Arcangelo di Russia, per la Groenlandia: quello di 22 per Tornea nella Svezia, per l' Islanda. Le ore 23, e le 24 toccano a Luoghi poco noti. Vengono dopo li paralleli de' mesi. Ponoi di Russia vede il Sole che mai non tramonta per un mese continuo; Altengaar di Lapponia per mesi due. Li 3, li 4, li 5, e li 6 mesi di pre-

senza non interrotta del gran luminare accadono in terre probabilmente disabitate, e ne' ghiacci polari.

E tanto vaglia per un' idea sufficiente delle stagioni e de' climi.

CAPITOLO XXV.

Delle Carte geografiche.

622. Termineremo d' espor quanto insegna l' Astronomia relativamente al globo terrestre in particolare; favellando delle Carte geografiche. Ciò che concerne gli effetti delle attrazioni reciproche de' corpi celesti, sarà un argomento generale per tutti i pianeti, tra i quali s' è visto doversi anche la Terra annoverare.

623. Nelle Carte *geografiche*, cioè descrittive la superficie terrestre, si rappresentan le parti più dignitose di essa; val a dir le città, e le borgate principali, il corso de' fiumi, le catene di montagne, ecc. Ma il foglio essendo piano, e la Terra prossimamente rotonda, non è possibile in quello, che siano esatte le distanze da luogo a luogo. Pigliate una palla, e tentate vestirla con un foglio di car-

ta. Tosto v' accorgerete, che senza ripiegarlo qua e là, non verreste a capo di farlo combaciare con l' esterior della palla. Tanto potrebbe accadervi ciò appresso a poco, se una piccola parte solamente vi bastasse coprire; da poi che un breve tratto di superficie rotonda diversifica appena dalla pianezza.

624. Il più antico Geografo, di cui ci rimanga tradizione, fu Anassimandro di Mileto, il qual visse sei secoli innanzi l' Era volgare. Credesi autor tutt' al più d' una delineazion della Grecia. Basti commendare il pensiero, giacchè l' *esecuzione*, senza il soccorso d' *osservazioni* astronomiche, non poteva esser che imperfettissima. Corsero quasi quattro secoli, avanti ch'entrasse in mente ad Ipparco *l'idea felice* di valersi della longitudine e della latitudine (532, 533) a *determinare la situazione* di ciascun luogo terrestre: a quel modo che avea già tenuto per delineare il cielo e le posizioni degli astri. Se non che sì eccellente divisamento, il qual rese scienza la Geografia, soggettandola all' Astronomia, rimase sterile, quasi per altri due secoli, eziandio nelle

mani di Possidonio, e di Marino Tirio, sino a tanto che Tolommeo lo adottò in atto pratico, e lo ridusse a precetti di costruzione geometrica.

625. Siccome a que' tempi le regioni conosciute stendevansi molto più da levante a ponente, che da tramontana a mezzogiorno; così le distanze pel primo verso appellaronsi *longitudini*, quelle pel secondo *latitudini*: stante che nelle dimensioni de' corpi suol chiamarsi *lunghezza* il lato maggiore, *larghezza* il minore. Quindi le differenze di latitudine si misurano sopra linee tirate da un polo all' altro; e le differenze di longitudine sopra linee parallele all'equatore. Ogni linea, che va da un polo all' altro sul globo terrestre artifiziale, è un circolo, il qual si denomina *meridiano* (516); o pur anche *cerchio di latitudine*. Tal fatta linee tagliano i paralleli perpendicolarmente, siccome ognun può raffigurarlo sul popone ricinto (592). Ciascuna di quelle intersecazioni determina un punto preciso, e distinto da qualunque altro, nella superficie terrestre. E poichè per qualsivoglia punto della medesima si può intender che passi un parallelo, e così anche

un meridiano; perciò non v' ha Luogo sulla Terra, il qual non possa situarsi e segnarsi convenevolmente sopra una Carta, qualora si sappia, in qual longitudine ed in qual latitudine consista.

626. La latitudine esprime, in gradi, minuti, ec. la distanza d' un paese dall' equatore (532): i quali gradi son quelle 90 parti, che si divisarono (599). La longitudine si misura sull' equatore; per il che fa mestieri eleggere in esso un punto, dal qual cominciare il novero dei 360 gradi, costituenti la circonferenza d' un cerchio (529). Chiamasi quindi *primo meridiano quello che passa per quel punto*. *L' arco dell' equatore*, che separa il *primo* da qualunque altro meridiano, esprime in gradi ec. la longitudine de' paesi sottoposti al meridiano testè nomato *qualunque*. Gl' Inglesi hanno adottato per *primo* il meridiano, in cui giace l' Osservatorio di Greenwick; i Francesi quello che passa per la Specola principale di Parigi: maggiormente usitato era quello altre volte, il qual cade sulla punta più occidentale dell' Isola del Ferro, la più a ponente tra le Canarie; ma come quivi non è Osservatorio, che accerti, e di-

stingua tal posizione, percio dev' essere di necessità abbandonato. Qualunque meridiano si faccia primo, quando la scelta è nota, non reca danno. Certo sarebbe desiderabile, che tutte le Nazioni assumessero il medesimo meridiano per primo: ma questa concordia non è cosa umana.

627. Adunque per disegnare una Carta geografica, è d' uopo saper longitudine e latitudine d' ogni paese, che voglia collocarsi nel giusto sito, corrispondente a quello ch' egli occupa sulla Terra. Le Carte geografiche d' ordinario sono costruite per modo, che l' alto del foglio comprende le regioni verso tramontana, il basso quelle verso mezzogiorno, la parte destra quelle a levante, la sinistra quelle a ponente. Qualche volta, e massime quando la Carta non è disposta a quel modo, li quattro punti cardinali sono indicati da una *rosa*, dove la freccia addita il norte. Quelle linee, rette o curve, che vengono d' alto in basso, figurano i meridiani: quelle che da sinistra tragittano a destra, rappresentano i paralleli. La divisione dei primi in gradi si legge ne' margini laterali della Carta; queste sono le lati-

tudini: la division dei secondi ne' margini superiore ed inferiore; e queste sono le longitudini.

628. S' è veduto (70), per qual maniera si possa delineare la Carta topografica d'una provincia, ed anche d'un regno. Ma bisogna sempre partir da due punti almeno (66), la cui posizione sul nostro globo sia stata determinata per mezzo d'osservazioni celesti. Senza interrogare le stelle, è impossibile saper dove siamo precisamente sopra la Terra (59). Quindi è verissimo, la Geografia essere scienza vana (624), qualor non abbia per base l'Astronomia. Quant' è più esteso il suolo abbracciato dalla Carta, tanto maggior si richiede il numero de' punti determinati astronomicamente. Gl' intermedj si posson dipoi frapporre col mezzo di operazioni geodetiche (70).

629. Or vediamo come facciano gli astronomi per venire in cognizione della latitudine, e della longitudine, d'un dato punto terrestre. Per riguardo alla prima, osservano un astro di posizion conosciuta; ordinariamente il Sole (458), od una stella (302); e l'osservano all'atto della culminazione (162), val a dir del suo transito

pel meridiano. Eleggono tal momento, a cagione che allora l' altezza dell' astro dall' orizzonte persevera costante per quattro minuti circa; siccome s' è dimostrato (439) rispetto al Sole, e si avvera nel modo stesso per qualunque astro, eccettuata soltanto la luna: perciocchè l' orto, l' occaso, e la culminazione non accadono per moto proprio degli astri, ma sono apparenze, comuni a tutti, siccome figlie di causa unica, cioè della rotazion della Terra. La luna poi turba cotesta apparenza, mediante il suo moto proprio per direzione diversa: là dove quel de' pianeti, per la maggior lontananza, non è sensibile a segno da generar errore.

630. Osservano dunque gli astronomi di quanti gradi e minuti sia la maggior altezza (162) d' un astro dall' orizzonte. Pigliano la differenza fra quest' altezza, e la declinazione che già conoscono dell' astro; tal differenza è l' altezza dell' equatore dall' orizzonte: esplichiamo i vocaboli. Appellasi *declinazione* la distanza di un astro dall' equatore. Se tagliate il popone (601) per la cintura equatoriale, e v' immaginiate che il piano del taglio

si stenda ne' cieli, potrete concepir terminato quel piano da una circonferenza grandissima, il cui centro sia quello stesso del popone ossia del globo terrestre, e la quale potrà chiamarsi l'equator celeste. A raffigurarlo ne' cieli nella sua giusta collocazione, basta situare in guisa il mezzo popone, che la dirittura, o la linea mentale dal centro al polo, continuata quanto si voglia, vada a colpire il polo celeste; cioè quel punto, d'intorno al quale girano ciascun dì tutti gli astri del firmamento; quel punto che sta discosto quasi due gradi dalla stella polare. Quando avete immaginato l'equatore celeste, ch'è un cerchio immobile, potete facilmente comprendere il significato della declinazione degli astri.

631. Ella è quella stessa cosa, che nella superficie terrestre si nomina latitudine. Figuratevi, che la Terra s'ingrossi egualmente per ogni verso e cotanto da toccare una stella. Quell'arco della nuova superficie terrestre, il qual separasse la stella dall'equatore, sarebbe appunto la declinazione. Quando un paese, od un astro giacciono fra l'equatore ed il polo ar-

tico, allora la latitudine del paese e la declinazione dell' astro si dicono *boreali*, o vero settentrionali. E si dicono *australi* o vero meridionali, se il paese o l' astro giacciono in vece fra l' equatore ed il polo antartico.

632. Al presente ciascuno dovrebbe potere intendere, che la differenza fra l' altezza massima d' un astro dall' orizzonte, e la sua declinazione, costituisce l' altezza dell' equatore dall' orizzonte. Avrete negli occhi ben chiara tal verità, rimirando il mezzo popone, che adagiaste (591) sopra la tavola. Il punto di mezzo, nel più alto di quell' emisfero, è quello in cui siede l' astronomo osservatore: la tavola è l' orizzonte di lui. Applicate al popone la striscia di carta, che abbiam divisa (599) in 90 parti, per tal maniera, che l' una delle sue estremità tocchi appena il desco, l' altra il culmine dell' emisfero. Quante parti vedrete, fra questo punto, ed il filo rappresentante l' equatore, tanti saranno li gradi della latitudine d' esso punto terrestre: quante dall' equatore alla tavola, tanti li gradi d' altezza dell' equatore dall' orizzonte. Or questa è manifestamente la differenza fra

l' altezza del zenit, e la latitudine; cioè fra l' intera striscia di carta, e la sua porzione interposta fra l' equatore ed il zenit. Considerate il popone ingrossato fino alle stelle (631), ed un astro in qualunque altro punto della striscia, fuor del zenit; sempre riconoscerete, la differenza tra la distanza del nuovo punto dalla tavola (ch' è l' altezza massima dell' astro dall' orizzonte), e la distanza del medesimo punto dall' equatore (ch' è la declinazione dell' astro), costituire l' altezza dell' equatore dall' orizzonte. Rinvenuta questa, l' astronomo ha tosto in mano quel che cercava, cioè *la latitudine del punto terrestre*, dal quale ha osservato l' astro: questa non essendo altro che il compimento di quella a 90 gradi.

633. *Rimane da trovare la longitudine di quel punto terrestre, del qual si è scoperta la latitudine.* Cotesta ricerca è di somma importanza, non men per la geografia, che per l' astronomia, e per la nautica. Ma somma è del pari la difficoltà d' ottener l' intento con ogni esattezza. Per lo che ragguardevoli premj sono stati proposti a chi suggerisse la via, per

cui vincer compitamente la detta arduità. Specialmente sul mare è di gran conseguenza ogni error che si prenda nell' inferire, in qual punto del globo si trovi il bastimento, a quell' istante che l' astronomo, od il piloto a ciò esperto, osservano un astro: acciocchè la nave non vada a percuotere nelle secche, avanti che il capitano pur sappia d' averle vicine.

Or diciamo li principali mezzi, che allo scoprimento delle longitudini si adoprano.

634. Abbiamo veduto (517), che i luoghi situati sotto meridiani diversi, contano al medesimo istante ora diversa. Consideriamo il momento, nel quale ha principio un eclissi lunare; val a dire nel quale la Luna incomincia ad entrare nell' ombra della Terra. In tal atto primajo, la differenza dell' ora, che fanno gli orologi ben regolati di varj osservatori, dà a conoscere la distanza fra i respettivi loro meridiani; val a dire la differenza di longitudine (532) fra i punti terrestri dove fu fatta l' osservazione. Lo stesso intervallo di tempo deve passare in ogni altra osservazione; cioè quando l' ombra perviene a contatto con qualsivoglia

macchia della Luna; quando il corpo di questa finisce d' immergersi nell' ombra della Terra; e così parimente al cominciamento, come al finire dell' emersione di lui.

635. Cotal fatta d'osservazioni non godono l'essenzial vanto dell' esattezza. Imperocchè l' orlo dell' ombra non è mai così bene affilato, così tagliente, che le osservazioni diverse sien veramente contemporanee. L' ombra densa del corpo terrestre è circondata da quella più rara, gradatamente sfumata, e sempre incostante, dell' atmosfera, la qual si trova or più or meno impregnata di vapori. *Malagevole cosa è ben discernere il limite* preciso delle due ombre. Il giudizio degli osservatori patisce quindi accelerazione od indugio circa il momento preciso degli accennati fenomeni. Ciò rende incerte, e non tanto poco, le differenze di longitudine ricavate dagli eclissi di luna.

636. Men grave conosceremo a suo tempo correre dubbietà nell' osservazion de' satelliti di Giove, allor quando dall' ombra di lui vengono eclissati: minor d' assai nelle osservazioni degli eclissi di Sole. Ma sopra ogni

altro fenomeno deggionsi preferire le occultazioni di stelle; cioè la sparizion d' una stella, cui passa dinanzi la luna. Imperciocchè lo sparire si fa in un batter d' occhio; e non altrimente il riapparire, allor quando la luna finisce col moto suo di toglier l' ostacolo del proprio corpo ai raggi che vibra la stella verso gli occhi nostri. Per conseguente non si può errare nè pur d' un minuto secondo sul tempo della sparizione, massime quando avviene per opera della parte oscura del disco lunare. E' poi chiaro, che simil sorta d' eclissi dipende dall' interposizione del corpo della luna fra le stelle ed il nostr' occhio, non mai dall' ombra del corpo medesimo, siccome quella che non arriva a grandissima pezza alla region rimotissima delle stelle. Or si faccia d' intendere, per qual guisa intervenga, che da ogni luogo terrestre si vegga la luna coprir la stella in momento diverso.

637. Se a due persone A, B sedute sur un canapè, passi dinanzi una terza C, a breve distanza, verbigrazia d' una pertica; quando la C toglierà all'A la vista d'una quarta persona D, adagiata rimpetto alle prime, ma lungi

da esse per 10, o per 20, o più pertiche; la B continuerà pur a scorgere la D fino a tanto, che la C proseguendo suo cammino impedisca anche a lei B la vision della D, restituendola insieme alla A. La sostanza è questa: che in quel momento nel quale il camminante incomincia a coprir la D per rispetto alla A, in quel momento non incomincia a coprirla per rispetto alla B. Per simil modo la luna, che si move, toglie la vista d'una stella, ch' è immobile, primieramente ad un osservatore, poscia ad un altro, secondo che sono situati diversamente. La differenza di tempo fra le due sparizioni conduce a conoscere, per mezzo bensì di prolissi e dilicati computi, ma con ammirabile precisione, la differenza di longitudine fra le posizioni dei due osservatori. Ma di questa importante materia delle occultazioni tratteremo altrove ampiamente.

638. Li varj mezzi, che abbiamo indicati (634 a 637), giovano specialmente in terra, nella quale a tutto agio si possono aspettare i fenomeni: e pochissimo in mare, nel cui seno il navigante ha bisogno, a qual momento che siasi, di saper subito dov' egli è.

Quivi però si ricorre ad altri spedienti, senza comparazione più a mano; cioè all' altezza della luna dall' orizzonte, o vero alla sua distanza da una stella o dal Sole: delle quali cose ragioneremo, dopo che l' intralciatissimo movimento della luna sarà stato da noi discusso ampiamente. L' attual nostro soggetto non richiede la determinazione di punti marittimi, se non che nelle spiaggie, dove l' astronomo opera sul terren sodo, come in ogni altro punto terrestre. Conchiudiamo fra tanto, che le osservazioni d'un medesimo eclisse, fatte in posizione nota, ed in altre ignote quante si vogliano, sono possenti a svelare di tutte queste la longitudine respettiva.

639. Quando si conoscono latitudine e longitudine di due luoghi, si ricava da computo infallibile l' arco terrestre che separa l' uno dall' altro, cioè la distanza tra di essi, espressa in miglia, in leghe, od altra misura. Ma i luoghi saranno bensì ottimamente situati in una Carta geografica, nè però la distanza loro in quella quadrerà esattamente al computo ed alla verità, per la ragione già resa (623). In tal caso le scale di miglia o leghe, che

trovansi spesso segnate sopra le Carte, non vagliono a render note con precisione se non le brevi distanze, come sarebbero quelle di 100 miglia o poco più. A chi voglia desumere le maggiori più esattamente da una Carta, gioverà meglio prender da questa le longitudini e le latitudini dei due luoghi, di cui cerca la lontananza reciproca, e investigarla, se il sappia, per mezzo del calcolo trigonometrico.

610. Detto a bastanza delle Carte geografiche, le quali son destinate particolarmente a rappresentare la situazione de' luoghi terrestri, *non lascieremo* di far *brevemente parola* delle *Carte nautiche* o *marine*, la costruzion delle quali è grandemente diversa, e che son dedicate a mostrare il contorno dei mari, delle isole, banchi, ecc. e la direzione de' venti per norma de' naviganti. Sì fatte Carte si dicono e sono, altre *piane* o *piatte*, altre *ridotte*. Le prime suppongono piana la superficie del mare, e non convessa qual è realmente a cagione della rotondità del globo: inoltre in esse li meridiani son tutti paralleli, nè vanno per conseguente ad incrocicchiarsi ne' poli, come vorrebbe la verità (530). Pianta-

te su due menzogne tanto solenni, ognun si persuaderà facilmente, che debban essere le più difettose immaginabili. Nacquero in fatti nella prima infanzia della nautica e della geografia: e la loro imperfezione, son già diciassette secoli, che fu da Tolommeo rinfacciata a Marino Tirio. Al presente non si sopportano più, se non quando comprendano poco vaste regioni (624).

641. Nelle Carte ridotte li meridiani sono ancor paralleli: ma come la distanza che li separa, cresce vie più dal vero, quant'è più vicino il polo (533), così l'umana sagacità ha inventato lo stratagemma di commettere un altro errore, il quale ricompensasse il già detto or ora. In vece di suddividere i meridiani in gradi d'ugual lunghezza, siccome sono in effetto, si avvisò augumentarla progressivamente, dall'equatore infino al polo, con quella proporzione in cui sono maggiori del giusto li gradi de' paralleli adjacenti, val a dir la distanza fra i meridiani. Mediante questo artifizio si ottiene, che i rombi di vento, sopra la Carta, son linee rette, siccome il sono nella rosa de' venti. *Rom-*

bo significa direzione di vento, la qual nella superficie convessa del globo riesce linea curva, e si chiama *lossodromia*. Or questa importava che fosse diritta nelle Carte rappresentanti la Terra piana. Imperocchè per tal modo i piloti pigliano il rombo indicato da quella linea, tenendo ferma l' inclinazione dell'ago della bussola relativamente alla retta medesima.

642. E' ben vero che il riferito stratagemma deforma stranamente le situazioni respettive de' luoghi: ma non impedisce l'esatta misura delle distanze, purchè si prenda in ogni quadretto della Carta con una *scala diversa*, *val a dire corrispondente alla* lunghezza del grado del meridiano compreso in quel quadretto.

643. La costruzione di queste Carte, qual l' ho dichiarata, manifesta a bastanza i motivi, per cui sono state denominate *Carte ridotte*, o sia *Carte di latitudine crescente*.

INDICE

DELLE MATERIE

Contenute in questo secondo Tomo.

A.

Afelio. 388; luoghi. 415, mutati dall' attrazione. 416.
Angolo d' altezza. 412.
Anni avanti G. C. diversamente numerati. 469.
Anno lunare. 494.
Anno planetario. 300. 314. 315; come si stabilisce. 304. 312. 313; sua relazione alle distanze medie dal Sole. 320. 321.
Anno siderale. 314. 436. 610.
Anno terrestre; o solare. 429; difficoltà di determinarlo. 436. 437; come con l' ombre? 438. 440. 441; come cogli equinozj? 448. 449. 450; durata. 459; bisestile. 460. 462. 465; di confusione. 461; giuliano. 461; e sua imperfezione. 463. 464. Riforma Gregoriana. 465; dove e quando accettata. 466; e sua im-

perfezione. 467. Anno civile. 454. 467. Anno comune. 465. 481. Qual sia il corrente. 468. Quando dovria cominciare. 470. 472. Nome del primo dì. 483. 486. Sue appartenenze. 479.
Anno tropico. 421. 438. 610.
Anomalia vera, e media. 404; come si computa. 425.
Antipodi: stagioni opposte. 596; definizione. 597; condizioni diverse. 598.
Apsìdi. 388.
Arco d'un grado è presso che linea retta. 439.
Astronomo: spesso *non lavora a suo* pro, ma *de' posteri*. 313.
Attrazione: barlume negli antichi. 348; sua verità. 370. 378.

C.

Calamita: declinazione. 585.
Caldo: massimo, medio, minimo; quando? 604. 605. 606.
Calendario. 477. 478; Cattolico. 479.
Calende. 478.
Calore: variazioni dipendono dalla quantità de' raggi diretti e riflessi. 603; e dalla distanza del Sole. 616;

e dall' obliquità de' raggi. 616. 617; e dalla lunghezza de' giorni. 616. Di state quanto maggior che nel verno. 617. Assoluto, ignoto. 618. Dal Sole, quanto? 619. Proprio della Terra assai più. 619; non varia ne' sotterranei. 619.

Carte geografiche. 623. Posizioni per longitudine e per latitudine. 624. 625. Dichiarazioni. 627. Costruzione. 628. Scale non danno le distanze esatte. 639.

Carte nautiche, o marine. 640; ridotte. 641. 643; come se ne cavano le distanze. 642.

Ciclo solare. 480. 484; epoca, e regole per computarlo. 485. 513; tavola per tutto il secolo. 486.

Cieli: da chi occupato lo spazio dopo Saturno. 373.

Circolo polare. 600.

Clessidre. 541.

Climi. 589; catalogo. 621.

Comete: soggette alle leggi de' pianeti. 321.

Compassi a verga. 582.

Concilio di Nicea: statuisce il dì dell' equinozio. 464; e quel di Pasqua. 496.

Copernicani, come ragionano. 318.

Copernico: suo sistema confermato da tutti li fenomeni. 318. 321.. 330. 346. 347. 350. 359. 370. 371; esemplificazioni. 350. 351; necessario anche ai Tolemaici. 368; sua semplicità. 370. 371.
Corpi: grandezze inverse alle distanze. 337. 408.
Cubo d' un numero. 321.

D.

Declinazione. 630. 631.
Deferente. 357.
Distanza angolare. 345.
Distanze per diritto: computo. 639.

E.

Eccentricità. 388; quantità. 390. 391.
Eclittica. 409.
Elisse: per descriverla. 382. 387; asse maggiore, minore; diametro; fochi. 383. 389. Proprietà de' fochi. 384.
Epatta. 494. 498. 499. 500. Serve a trovar la luna pasquale. 493; ma con errore. 497. Tavola per il secolo. 500. Regole per computarla. 501. 502; per computare i noviluni ec-

clesiastici. 503. 504. 506; errori. 505. Regola per sapere l' età della luna ecclesiastica. 507.
Epiciclo. 357.
Equatore: immagine. 592. 595. Di qua e di là, stagioni opposte. 607. Celeste. 630. Altezza dall' orizzonte. 632.
Equazione dell' orbita, o del centro. 404. 405: 420; quantità. 425; per trovarla. 426. 427. La massima, quanta e dove. 406. Oscillazione. 428.
Equinozio: luogo nel cielo. 410; mutabile. 421. 610; osservazione. 448; giorno uguale a notte. 448. 595.
Era cristiana: principio incerto. 468.
Errori: per renderli minimi. 313. 449. 451; si sostengono con altri. 317.

F.

Feste mobili: regole per collocarle: 510.
Freddo: sulle montagne, perchè? 603; massimo, quando? 604; non è che diminuzion di calore. 618; artifiziale di 592 gradi. 618.

G.

Galileo: scoprì le fasi di Venere. 309.

Geografi antichi. 624.
Geografia: scienza vana senza l' astronomia. 624. 628.
Ghiacci del polo australe assai più vasti di quelli del nostro. 620.
Giorni: uguali, quando e dove? 615.
Giorno: prima divisione del tempo. 431; naturale, artifiziale. 432. 433; intercalare in Febbrajo. 462. Divisione in 12 ore. 474; e in 4 parti, Prima, Terza, Sesta, Nona. 474. Termini diversi dell' artifiziale. 475. Tavola de' giorni, di settimana e di mese. 488. Giorno vero; d' ore 24. 518. 520; ineguale. 522. 523. 538. 591. 595; nelle varie stagioni. 544. 545. 596. Giorno uguale alla notte. 589. 590; senza notte. 600; lungo mesi. 600.
Giove, schiacciamento. 340.
Globo, illuminato per metà. 308. Sito per vederlo. 308.
Gnomone, e sue parti. 550. 588.
Gnomoni altissimi: e loro difetti. 573.
Gnomonica. 550.
Greci, poco atti alle scienze. 552.

H.

Herschel; vedi Urano.

I.

Inclinazione delle orbite planetarie. 412. 415. 416; come si misura. 412; lentissimi i cangiamenti. 416.
Indizione. 512; come si computa. 512. 513.

L.

Latitudine de' pianeti: geocentrica, eliocentrica. 412; la geocentrica maggiore è di Venere. 418.
Latitudine terrestre. 532. 625. 626; gradi uguali. 533. Di 15 città d'Italia. 574. Come si determina. 629. 630. 632. Boreale, australe. 631.
Lettere dominicali. 481. 482; tavola per tutto il secolo. 486 Regola per la lettera d' ogni dì. 487.
Limiti de' pianeti. 412.
Linea, duodecimo di pollice. 574.
Longitudine terrestre. 532. 625. 626; gradi ineguali. 533. Come si determina. 633. 634. 636. 637. 638; difficoltà in mare. 638.
Longitudini celesti. 409; media, vera. 420.
Lossodromia. 641.

Luce: intensità. 616. 617.

Luna: plenilunio, nella opposizione. 305; novilunio, nella congiunzione. 305; piena, sorge al tramonto del Sole. 309; par che segua chi corre da lato. 345; fasi. 435. Noviluni lo stesso di ogni anni 19. 489. 490; errore. 493. Noviluni dall' epatta, errore. 497. 505. Orbita si muove. 490. Per saper le ore in cui risplende. 505; l' età della luna. 507. Eclissi, osservazioni incerte. 635. Sua ombra non giunge alle stelle. 636.

Lunazioni: 235 fanno anni 19. 489; errore. 493. Durata *ineguale*. 490. 495; media. 494. 499. Ecclesiastiche: durata. 499. 501. 503.

M.

Marte: varietà di grandezza apparente. 330. 331; *parallasse*. 334. 335; *schiacciamento*. 340.

Mercurio: non gira intorno la Terra. 306. 310; eclissa parte del Sole. 306; fasi. 310; gira intorno il Sole. 310. 364; parallasse. 334. 335; ignoto lo schiacciamento. 339; diametro. 343; sua orbita la più ec-

centrica. 392; luoghi degli apsidi. 413.
Meridiana: modo di segnarla. 553 a 572; su un muro. 583. Equazione del punto d'ombra. 565. 569. 570. 571. 572. Lunghezza. 572. Meridiane più rinomate. 573. Meridiana del tempo medio. 540. 584.
Meridiani. 516. 530. 531. 625; distanza a diverse latitudini. 532; primo. 626. Effetti della rotazione. 527. 528.
Mese: onde nato. 434.
Mesi: origine de' nomi 471; numero de' giorni qual dovrebb'essere. 472.
Mezzodì: quando. 516. 517. 537. 538.
Minuti: suddivisioni. 476.
Moscoviti: date false. 466.
Moto circolare: uniforme. 356; composto. 371.

N.

Natura: non soggetta alle forme regolari. 356.
Nautica: longitudini. 638; utilità delle Carte ridotte. 641.
Nodi: ascendente, discendente. 411. Loro luoghi. 415. 416; mutati dall' attrazione. 416.

O

Notte: lunga giorni o mesi. 602 :
Notti: uguali, quando? 615.
Numero d' oro; o aureo. 489. S
ciclo, ed epoca. 491. Regole p
computarlo. 492. 513. Suo errore
493. Servì a trovar la luna pasqua-
le. 493. Ora inutile. 493.

O.

Obelischi erano gnomoni. 551.
Ombre: non variano intorno al mez-
zodì. 438. 439; variamenti onde na-
scano. 440. 441. 609; e come pro-
cedano. 441; e quando son maggio-
ri. 442. Le più brevi al meriggio.
553. Le uguali quando? 553. Di cer-
chj sono ovali. 558. Di corpi ovali
talvolta circolari. 558.
Oncia. 574.
Orbita. 313. 361; piano. 407.
Ore: ecclesiastiche. 474; europee.
475; della mattina e della sera.
475; suddivisioni. 476.
Orientare gli edifizj. 551.
Orizzonte: immagine. 594. 595.
Orologi: ad equazione. 524. 536; co-
muni, mal regolati. 523. 540; e
come si dovrebbe regolarli. 525.
534. 535. 540; astronomici, rego-

lati sulle stelle. 527; ad acqua: 541; a ruote e pesi, origine. 542; scappamento. 542. A pendolo. 542; esattissimi. 543; come pur certi da tasca. 543. All' italiana, vanno malissimo. 544. 545. 546; altri difetti. 547. 548. Il meglio, all' europea. 544. 546. 549.

Orologi a sole. 550; antichità. 552. Difetti dello stilo. 561; e della palla in cima. 561. Modo di farli. 574 a 582. 584. Errori della refrazione. 580. Portatili. 585. 586. Equinoziali. 586. Per ogni specie d' ore. 587.

Osservazioni: errori si compensano. 451.

P.

Parallele. 354.

Parallelo. 533. 592. 625; suoi gradi. 533; loro lunghezza a 45° di latitudine. 533.

Pasqua: come si determina il dì. 496. 508. 509. Degli Ebrei nel plenilunio. 496.

Pendolo. 543; ineguaglianze per caldo e freddo, rimedio. 543.

Perielio. 388; suoi luoghi. 416.

Periodo giuliano. 513.

Perturbazioni. 416.
Pianeti: moto diretto, retrogrado. 300. 349. 350. 352. 353. Rivoluzione. 300; siderale. 314; tropica. 422. Girano intorno al Sole. 301. 306. 311; in quanto tempo. 315. Come si osservano. 302; quando. 304. 312. Loro sito. 303. Moto apparente, ineguaglianze. 304. 349. 351. 352. 353. Opposizione. 305. 311. 353; sito vario. 312. Congiunzione. 305; superiore, ed inferiore. 351; sito vario. 312. Superiori. 311. 328; inferiori. 328. 352. Più veloci li più vicini al Sole. 401. Velocità ineguale. 313; legge. 401. 402. 405. 406; come spiegata da Tolommeo. 356. 358. 359; media, dove. 402. Non girano a cerchio d'intorno alla Terra. 317. 356. 362. Distanze alla Terra ed al Sole: come si trovano. 316; ignote nel sistema di Tolommeo. 317; notissime nel Copernicano. 319. 330. 334. 336; ineguali. 320. 405; se ne cava la media. 320. 389; relazione fra questa e l' anno planetario. 320. 321; scoperta da Keplero. 320. Distanze dal Sole in numeri astratti. 322. 323; in miglia.

324; errori possibili. 325. Distanze dalla Terra: minime, medie, massime. 326. 327. 328. 329. 396. Parallassi: inverse alle distanze. 332; dipendono da quella del Sole. 332; quali possono osservarsi. 333. Diametri: misura. 337. 338. 341. Dimensioni. 338. 341; error possibile. 343. Schiacciati ai poli. 339. Stazioni. 349. 351. 354; spiegazione di Tolommeo. 358; e delle retrogradazioni. 358. Sfere d' un pezzo solo. 363. 366. Epicicli, grandezza. 363. 365. Deferenti, grandezza. 365. Orbite elittiche. 381. 387. 394; diversamente inclinate. 407. 412; e di quanto. 415. 416; intersecazion con l' eclittica. 411; il Sole è nel foco comune. 385. 407. 411; proprietà dell' altro foco. 386; per delinearle. 395; per connetterle. 411 a 415. 417; loro lunghezza. 399; e di quanto incerta. 400. Elementi notissimi. 394. 419; asse minore. 397. 398; distanze afelia, perielia. 397. 398. 405. 408; luoghi de' nodi, dell' afelio, e del perielio. 415. 416; longitudine media. 420; e ad epoca data. 423; e come si computa. 424;

così anche la vera. 425. Moto da occidente in oriente. 349; prima spinta. 370; moto diurno in miglia. 399; e in un minuto. 399; moto diurno medio tropico. 423; il siderale. 421; e come si trova. 422. Descrivono aje proporzionali ai tempi. 403. Anno tropico. 423; come si computa. 422.
Piede: suddivisioni. 574.
Piramidi Egizie erano gnomoni. 551.
Pollice. 574.
Precessione degli equinozj. 421. 610.
Proporzione geometrica. 530.
Punto, duodecimo d' oncia. 574.

Q.

Quadrato d' un numero. 321.
Quattro tempora: loro sedi. 511.
Quito: primavera perpetua. 603.

R.

Raggio vettore, 388.
Rifrazione: che ingrandisca gli oggetti, error degli antichi. 317.
Rivoluzione tropica, o periodica. 454; sinodica. 494.
Romani: ignoravano la gnomonica. 552.

Rombo di vento. 641.

S.

Satelliti: soggetti a legge comune co' pianeti. 321.
Saturno: schiacciamento. 340; diametro incerto. 340.
Settimana: onde nata. 435; origine de' nomi dei sette dì. 473.
Sfera retta. 589; obliqua; 594; parallela. 601.
Siderale: anno, tempo, moto. 314. 421.
Sistematici: ostinati. 317; ma non li Copernicani. 318.
Sole: parallasse, difficile a determinare. 333. Varia la sua distanza angolar dalle stelle. 344. Moto annuo, apparente. 344. 345. E' fermo. 316. 347. 348. 350. Non dev' esser nel centro delle orbite planetarie. 346. Sua possanza sui pianeti. 401. Altezza massima diurna. 439; massima e minima, annue. 440. Ingresso né' Segni. 448. Longitudine media, e vera: come si cavano da quelle della Terra. 456. 458. Ogni anno lo stesso dì nella stessa casa del zodiaco. 489. Altez-

ze diverse al mezzodì. 544. 609. S' alza lentamente presso al meriggio. 560. Altezze disuguali ad eguali distanze di tempo dal mezzodì. 563. Cala più rapido, quand' è più alto. 569. Cangia parallelo continuamente. 608. Moto diurno apparente: in una spira. 609.
Solstizio. 441.
Spazio è immobile. 367.
Stagioni: dal moto annuo del Sole, o della Terra. 317; determinate dall' anno tropico. 454; durata ineguale. 472. 612; opposte, dove? 596. 607; principio. 611. 612.
Stelle: posizione nota. 302. 303; distanza ignota. 303. 372; sono fisse. 344. 372; aberrazione. 379; occultazioni. 636. 637.

T.

Tavole astronomiche: sul tempo medio. 540.
Temperie: dipende molto dalla qualità ed elevatezza del suolo; esempj. 603.
Tempo: misurato dal moto. 430. 514. Astronomico, e civile. 475. Vero, e medio. 514; differenza. 535. 540.

Apparente, o vero; ineguale. 515. 540; perchè usato dagli astronomi. 540. Misura esatta dalle stelle. 525. Solare medio. 526. Del primo mobile. 527; queste ore più corte di quelle. 534. Conversione in gradi. 531. 534. Equazione. 536. 537. Ineguaglianze. 539.

Terra: comparazion di grandezza ai pianeti. 342. Par ferma, benchè si mova. 344. 345. Sua distanza dal centro delle orbite planetarie. 346. Moto annuo dimostrato. 346. 347. 348. 350. 355. 371; prove dirette. 377. 378. 379; obbiezioni risolte. 372 a 376; velocità minima e massima. 402. Simile ai pianeti. 348. Vede stranezze nel moto de' pianeti. 349. E' un pianeta. 338. 370. Trae la luna con sè. 374. Quando più vicina, quando più lontana dal Sole. 402. Diametro della sua orbita. 372. Direzione dell' asse maggiore. 408. Afelio. 403; luogo di esso. 408. 409; e del perielio. 410. Orbita, come si rappresenta. 409. Anno tropico. 451. 453; determina le stagioni. 454; sidereo. 436. 453. Moto medio diurno. 455; orario. 457; in un

minuto. 457. Longitudine media, ad epoca data. 456; vera. 458. Vede il Sole in punto diverso ogni dì. 518. Sua rotazion da ponente verso levante. 519. Moto annuo da levante verso ponente. 519; con qualche obliquità. 521. Rotazione uniforme. 553. Effetti delle atrazioni del Sole e della Luna. 610.

Ticone: suo sistema non regge. 355.

Tolommeo: suo sistema non regge. 309. 317. 355. 356. 357. 360. 368. 371; insufficiente ai fenomeni. 368. 369. 371; contraddizioni. 360 a 369; scusa. 310; deferenti, epicicli. 357. Come spiegava le stazioni, e le retrogradazioni. 358. 359.

Tropici. 597.

V.

Venere: non circuisce la Terra. 305. 309; ma il Sole. 306. 307. 309. 364. Eclissa parte di lui. 306. Varietà di grandezza apparente. 306. 330. 331. Fasi. 307. 309. Parallasse. 334. 335. Schiacciamento: ignoto. 339. Diametro. 343. Orbita quasi circolare. 392. Latitudine geocentrica. 418.

Visione: false apparenze. 300. 350.
Urano, o Herschel: incertezza nel suo anno. 315. Schiacciamento. 340. Diametro. 343. Buoni elementi nacquero in Italia. 393. Scoperto nel 1781. 394. Moto medio diurno: sidereo. 422; tropico. 422. Anno tropico. 422.

Z.

Zodiaco: costellazioni da dritta a sinistra. 352. Larghezza. 418.
Zone: torrida, temperate, glaciali. 602. Nella torrida: stagioni. 613; apparenze celesti. 613. 614.

INDICE DE' CAPITOLI.

Cap. XV. *Dell' anno planetario.* pag. 5
XVI. *Delle distanze de' pianeti dal Sole e dalla Terra.* 22
XVII. *Delle dimensioni de' pianeti.* 42
XVIII. *Del moto annuo della Terra.* 51
XIX. *Delle orbite de' pianeti.* 88
XX. *Dell' anno terrestre.* 127
XXI. *Del Calendario.* 158
XXII. *Della misura del tempo.* 189
XXIII. *Della gnomonica.* 222
XXIV. *De' climi e delle stagioni.* 259
XXV. *Delle Carte geografiche.* 287